XA
.R483

Per. 2
Vol. 35
1869

THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PRO SCIENTIA SALUTE POPULIQUE
1891

LIBRARY

September 1899 R. W. Gibson Invt.

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

GENÈVE. — IMPRIMERIE RAMBOZ ET SCHUCHARDT

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ET

REVUE SUISSE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

NOUVELLE PÉRIODE

TOME TRENTE-CINQUIÈME

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
GEORGES BRIDEL

NEUCHATEL
DELACHAUX ET SANDOZ

1869

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1932

XA
.R483
Per.
Vol. 35
1869

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

SUR

UNE THÉORIE COMÉTAIRE

PAR

M. J. TYNDALL

(*Philosophical Magazine* pour avril 1869.)

M. Tyndall, à la suite de ses expériences récentes sur la décomposition des vapeurs par la lumière [1], a émis, pour la première fois devant la Société philosophique de Cambridge, une nouvelle théorie sur l'origine et sur la manière de se comporter de la matière cométaire. Nous croyons devoir reproduire *in extenso* les idées du célèbre physicien anglais.

« Dans le cours, dit M. Tyndall, de mes expériences sur l'action actinique, j'ai été souvent frappé de la masse de lumière qu'une quantité de matière à peine appréciable, lorsqu'elle est diffusée sous la forme de nuage, peut émettre par réflexion. C'est au point que j'ai été souvent embarrassé et induit en erreur par l'action de résidus en quantité assez faible pour être à peine concevables. Pour en débarrasser mes tubes à expérience, après qu'ils avaient servi à l'observation de quelque vapeur, je les plongeais d'abord dans de l'alcool, puis après les avoir épongés avec de l'eau chaude et du savon, je les lavais de nouveau avec de l'eau pure. Le tube que vous avez

[1] Voyez *Archives des Sciences physiques*, décembre 1868 et février 1869.

AUG 7 - 1923

maintenant devant les yeux, long de trois pieds et de trois pouces de diamètre, a été rendu assez propre par ce procédé, pour que, lorsque j'y ai introduit de l'air ou de l'acide hydrochlorique liquide, aucun degré de lumière, quelle que fût sa durée ou son intensité, n'y produisait la moindre nébulosité. Après m'être ainsi assuré de la parfaite propreté du tube, j'ai pris un fragment de papier buvard que j'ai roulé en une petite boule de la grosseur du quart d'un petit pois. Après l'avoir mouillé avec un liquide ayant un point d'ébullition plus élevé que celui de l'eau, et laissé ensuite sécher entre mes doigts, je l'ai introduit dans un vase communiquant avec mon tube expérimental, de manière à pouvoir recueillir dans celui-ci un courant d'air parfaitement sec, mais qui se trouvait avoir passé sur la boulette du papier buvard. L'air, chargé de la quantité minime de vapeur qu'il devait avoir pris en passant, a été alors soumis à l'action de la lumière. Aussitôt un nuage actinique bleu a commencé à se former, et au bout de cinq minutes la couleur bleue s'était étendue de façon à remplir la totalité du tube. Pendant quelques minutes ce nuage est resté bleu, et pouvait être complétement éteint par l'interposition d'un prisme de Nicol, aucune trace de lumière n'arrivant à l'œil lorsque le Nicol était convenablement disposé. Peu à peu, cependant, les particules du nuage grossirent de façon à ce qu'au bout de quinze minutes un nuage blanc, épais, remplissait le tube. En se reportant à la quantité excessivement faible de vapeur que l'air pouvait avoir entraîné, la formation d'un nuage aussi dense et aussi lumineux semblait véritablement un monde tiré du néant !

« Mais ce n'est pas là tout. Après avoir enlevé la petite boule de papier buvard, j'ai de nouveau purifié mon tube

en y faisant passer un courant d'air sec. Je fis aussi traverser à ce courant le vase de communication dans lequel avait été placée la boulette de papier. Après avoir interrompu le passage de l'air et fait le vide dans mon tube expérimental, j'ai introduit dans ce dernier, au travers du vase de communication, quinze pouces environ d'acide hydrochlorique. Qu'il me soit maintenant permis de remarquer : 1° que la quantité totale du liquide absorbé par la boulette de papier a dû être excessivement faible ; 2° que la presque totalité de ce liquide a dû s'évaporer pendant que je tenais le papier entre mes doigts avant de le placer dans le vase communiquant; 3° que le papier avait été retiré, et le tube, dans lequel il s'était trouvé, parcouru pendant plusieurs minutes par un fort courant d'air. Ce n'est donc que le résidu excessivement faible, resté dans le tube communiquant, à la suite de ces procédés divers, qui a pu être transporté dans le tube expérimental et soumis dans ce tube à l'action de la lumière.

« Une minute après que la lampe électrique eut été allumée, on a vu apparaître un faible nuage; au bout de deux minutes, ce nuage avait rempli toute la partie antérieure du tube et s'étendait sur une portion notable de sa longueur; peu à peu il a continué à se développer sous la forme d'un beau nuage, et quinze minutes plus tard, la quantité de lumière projetée par ce nuage était vraiment merveilleuse, lorsqu'on songe à la quantité minime de matière qui en était la source. Mais quelque lumineux que put être ce nuage, il était beaucoup trop subtil pour obscurcir d'une manière sensible les objets placés derrière lui. La flamme d'une bougie, par exemple, n'en paraissait pas plus affaiblie que vue à travers le vide, et une

page d'impression, éclairée par la lumière même du nuage, pouvait être lue à travers son tissu sans la moindre difficulté. Rien ne pouvait mieux que ces nuages actiniques donner une idée nette de cette *contexture spirituelle* (spiritual texture), que sir John Herschell attribue à une comète. Ils démontrent, en effet, que de la matière d'une ténuité presque infinie, et qu'il faudrait multiplier probablement par des millions pour qu'elle pesât autant que l'air qui la renferme, est apte à émettre une lumière bien plus intense que celle provenant de la queue des comètes. »

M. Tyndall passe ensuite à l'application de ces résultats à une nouvelle théorie cométaire. « Vous connaissez, poursuit-il, les difficultés énormes inhérentes à toute théorie sur la nature des comètes. La comète observée par Newton en 1680 a développé en deux jours une queue de 20 millions de lieues de longueur. Celle de 1843 projeta, si je ne me trompe, en un seul jour une queue qui occupait un espace de 100 degrés sur le ciel. On a supposé que cette quantité énorme de matière nébuleuse était engendrée par la tête de la comète, et projetée en arrière par quelque force mystérieuse due à l'action du soleil. Bessel l'a attribuée à une espèce de polarité et répulsion magnétiques. Il est évident, remarque sir John Herschell, « que *si nous avons affaire ici à de la matière telle que nous la concevons, c'est-à-dire douée, à quelque degré que ce soit, d'inertie,* cette matière doit être sous l'empire de forces incomparablement plus énergiques que celle de la gravitation, et d'une nature toute différente. » Ailleurs, en parlant de la difficulté du sujet, Herschell se sert de ces paroles remarquables :

« Il règne incontestablement quelque profond mystère dans tout ce qui se rapporte à la question de la queue des comètes. Peut-être est-il à espérer que des observations à venir, appuyées sur une théorie rationnelle et sur les progrès des sciences physiques en général, parviendront à pénétrer ce mystère, et à nous fournir les moyens de décider si c'est réellement de la matière, dans l'acception ordinaire de ce mot, qui est projetée des têtes des comètes avec cette prodigieuse vitesse, et sinon lancée, au moins dirigée dans sa course de façon à éviter le soleil, comme un centre dont elle doit s'éloigner. Cette question de la matérialité des queues des comètes ne s'impose jamais plus à notre attention que lorsque nous réfléchissons à la courbe énorme qu'elles décrivent autour du soleil dans leur périhélie, à la façon d'une verge droite et rigide, sans tenir compte des lois de la pesanteur ni même de celles du mouvement; courbe, que nous avons vu s'étendre en 1680 et 1843, sans se briser, depuis le voisinage de la surface du soleil jusqu'à l'orbite de la terre, décrivant dans ce dernier cas un angle de 180 degrés en un peu plus de deux heures. Il semble incroyable que, dans ce cas, ce soit un seul et même objet matériel qui ait pu être soumis à un mouvement pareil. S'il était possible de concevoir quelque chose de semblable à une *ombre négative*, soit à une impression momentanée produite sur l'éther lumineux en arrière de la comète, cette impression représenterait jusqu'à un certain point l'idée que le phénomène rappelle d'une façon presque irrésistible. »

« Qu'il me soit permis maintenant, continue M. Tyndall, de vous exposer une théorie qui me paraît répondre à toutes ces difficultés, et qui dans tous les cas, qu'elle représente ou non une vérité physique, a du moins l'avan-

tage de lier entre eux d'une façon très-satisfaisante les phénomènes présentés par les comètes.

1° D'après cette théorie, une comète est composée de vapeur susceptible d'être décomposée par les rayons solaires; la tête visible et la queue seraient un nuage actinique résultant de cette décomposition. Nous avons vu, en effet, que la constitution des nuages actiniques est évidemment la même que celle d'une comète.

2° La queue, dans cette théorie, ne consisterait pas en une matière projetée par la comète, mais bien en une matière précipitée sur le faisceau des rayons solaires qui traversent l'atmosphère cométaire. On prouve expérimentalement que cette précipitation peut avoir lieu lentement le long du faisceau, ou instantanément sur toute sa longueur. La rapidité prodigieuse avec laquelle la queue se développe pourrait ainsi s'expliquer sans être forcé de recourir au mouvement incroyable de translation admis jusqu'à présent.

3° Pendant que la comète tourne autour de son périhélie, la queue ne reste pas composée de la même matière, mais de nouvelle matière précipitée sur le faisceau des rayons solaires qui traversent l'atmosphère cométaire suivant de nouvelles directions. On peut ainsi expliquer l'énorme rotation de la queue sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à un mouvement de translation.

4° La queue de la comète est toujours dirigée du côté opposé au soleil par la raison suivante. Deux forces antagonistes agissent sur la vapeur cométaire : l'une est une force *actinique* tendant à produire un effet de précipitation, l'autre une force *calorifique* tendant à produire la vaporisation. Lorsque c'est la première de ces deux forces qui l'emporte, nous avons le nuage cométaire;

lorsque c'est la seconde, on a la vapeur cométaire transparente. Il n'y a d'ailleurs rien d'hypothétique dans l'existence de ces deux agents; le soleil les émet l'un et l'autre. Pour qu'une précipitation doive se produire en arrière de la tête de la comète, ou dans l'espace occupé par l'ombre de la tête, il est seulement nécessaire d'admettre que les rayons calorifiques du soleil sont absorbés plus copieusement par la tête et par le noyau que ne le sont les rayons actiniques. Il en résulte une prépondérance relative des rayons actiniques en arrière de la tête et du noyau, ce qui permet à ceux-ci d'abaisser le nuage qui constitue la queue de la comète.

5° La vieille queue, à mesure qu'elle cesse d'être abritée par le noyau, est dissipée par la chaleur solaire; seulement cette disparition n'est pas instantanée. La queue s'incline vers la portion de l'espace que la comète vient d'abandonner. Un fait général d'observation se trouve ainsi expliqué.

6° Dans la lutte de prééminence entre les deux classes de rayons, un avantage momentané, provenant des variations de densité ou de quelque autre cause, peut être obtenu par les rayons actiniques, même dans des portions de l'atmosphère cométaire qui ne sont pas abritées par le noyau. On expliquerait ainsi les effluves latérales qu'on remarque de temps à autre, ainsi que l'émission de queues peu apparentes dirigées du côté du soleil.

7° Le rétrécissement de la tête dans le voisinage du soleil est dû à l'action des ondes calorifiques qui viennent heurter contre elle, dispersent ses bords atténués, et produisent sa contraction apparente.

« Dans tout l'ensemble de cette théorie, remarque en

terminant le célèbre professeur du « Royal Institution, » je n'ai eu recours qu'à des causes reconnues vraies, et je n'ai fait appel à aucune action dont l'existence ne repose sur la base incontestable de l'observation ou de l'expérience. C'est à vous, Messieurs, de prononcer si en hasardant cette théorie, j'ai dépassé les limites d'une spéculation raisonnable [1]. »

[1] Il se peut qu'il y ait des comètes dont la vapeur ne soit pas décomposable par le soleil, ou, si elle est décomposée, ne soit pas précipitée. Cette manière de voir permettrait d'admettre la possibilité de comètes invisibles parcourant l'espace, balayant peut-être même la terre, et modifiant sa condition sanitaire sans donner d'autre signe de leur passage. En ce qui concerne la ténuité de la matière cométaire, je suis très-porté à croire qu'avec quelques onces de vapeur d'iodure d'allyle (poids qu'Herschell ne craint pas d'assigner à certaines comètes), on pourrait former un nuage actinique aussi grand et aussi lumineux que la comète de Donati.

NOTE

SUR

L'AURORE BORÉALE DU 15 AVRIL 1869

Il y a assez longtemps qu'on n'a pas signalé d'apparition d'Aurores boréales, du moins dans nos latitudes peu élevées. Depuis les remarquables Aurores de 1859 et de 1860, il n'y en a eu qu'un petit nombre très-inférieures à celles que nous venons de citer. En voici une nouvelle qui paraît avoir été très-brillante et très-étendue ; elle a été vue le 15 avril au soir à Paris et dans une grande partie de la France, et les perturbations magnétiques qui l'ont accompagnée, ont été sensibles à Greenwich, à Paris et à Livourne.

Le phénomène a commencé à être visible à Paris à huit heures du soir, puis après avoir paru cesser, il s'est montré de nouveau avec plus de vivacité vers les dix heures pour s'éteindre vers les onze heures, en ne laissant plus dans le ciel que quelques traces blanchâtres qui ont elles-mêmes bientôt disparu derrière les nuages, le ciel s'étant complétement couvert.

Tous les observateurs très-nombreux qui ont pu observer ce beau phénomène [1] s'accordent dans la description qu'ils en donnent ; c'est d'abord une teinte blanchâtre

[1] Ce sont, d'après les communications faites à l'Académie des Sciences dans sa séance du 19 avril, MM. E. Robert, Chapelas et Tremeschini. M. Leverrier cite d'autres observateurs qui ont été également témoins du phénomène, en particulier M. Wolf. Enfin M. Silbermann a fait une communication à l'Académie dans la séance du 4 mai, d'où il résulte que l'Aurore a duré jusqu'au jour et que le maximum des effets magnétiques observés pendant l'apparition a eu lieu à $9^h\ 40'$ du soir.

et lumineuse du ciel dans la direction du nord, puis des rayons ou bandes lumineuses en grand nombre et d'une intensité remarquable, émanant toutes d'un petit arc dont la circonférence brillante est parfaitement déterminée, et dont le centre apparent correspond d'une manière sensible au pôle magnétique. Les rayons qui forment comme un nombre infini de stries lumineuses presque parallèles entre elles, sont dirigés dans le sens du méridien magnétique; ils paraissent de longueurs différentes, incessamment variables, et dans un état de vibration remarquable. Ajoutons que l'un des observateurs, M. Chapelas, a constaté que l'arc auroral avait un moment de translation de l'est à l'ouest.

Non-seulement on a observé dans la direction de l'aiguille aimantée, des perturbations concordantes avec l'apparition de l'Aurore; mais on a signalé la transmission à travers les fils télégraphiques de courants électriques assez forts pour rendre tout travail télégraphique impossible de huit heures à onze heures du soir. Déjà depuis midi on s'était aperçu de l'existence de ces courants qui s'étaient graduellement renforcés.

Tous les détails que nous venons de transcrire, la forme de l'aurore, sa position, le sens de son mouvement de translation, les perturbations magnétiques et les manifestations électriques qui l'accompagnent, sont d'accord avec la théorie que j'ai donnée de ce phénomène. Depuis la dernière publication que j'ai faite sur ce sujet, le beau travail de M. Airy sur la coïncidence des variations magnétiques et des variations des courants électriques terrestres, est venue donner une nouvelle confirmation à la théorie fondée sur l'existence de ces courants. M. Airy a en effet constaté, par une série de nombreuses observa-

tions, que les courants électriques terrestres existent d'une manière continue, mais que seulement ils augmentent beaucoup d'intensité comme les perturbations magnétiques, au moment de l'apparition d'une Aurore boréale; tandis que le reste du temps ils éprouvent des variations de sens et d'intensité correspondantes à celles des éléments magnétiques proprement dits.

M. Leverrier, qui a communiqué à l'Académie des Sciences plusieurs observations sur l'Aurore boréale du 15 avril faites en diverses localités en France, remarque que les Aurores semblent être plus fréquentes cette année que les précédentes; en effet, ce phénomène a déjà été observé au nord de l'Europe dans les nuits du 2 au 3 et du 8 au 9 avril. M. Leverrier ajoute à cette remarque une observation importante, c'est que les trois Aurores (y compris celle du 15 avril) se sont produites dans des circonstances météorologiques identiques; elles ont coïncidé avec un changement brusque du temps, avec l'apparition d'une dépression barométrique sur la mer du Nord ou sur les côtes de la Norwége, et par conséquent avec l'arrivée d'une bourrasque. C'est ce que prouvent les observations recueillies dans les différentes régions du Nord et celles faites en France où l'Aurore du 15 a été l'avant-coureur de bourrasques et de coups de vent, en même temps qu'elle a été précédée le 14 et le 15 de nombreux orages dans l'est et le nord-est.

M. Leverrier remarque encore que la coïncidence des Aurores boréales avec les changements de temps est un fait qui a été souvent constaté. Je l'avais moi-même signalé dans mon premier mémoire sur ce sujet [1], en faisant ob-

[1] *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire natur. de Genève*, vol. XIII, p. 391, année 1852.

server que l'apparition d'une Aurore boréale est presque toujours précédée de la formation d'un halo lunaire (ce qui indique la présence de particules glacées dans l'atmosphère), et de la chute de la pluie ou de la neige. M. Leverrier ajoute qu'il a déjà signalé plusieurs fois la liaison qui existe entre l'apparition des Aurores boréales et le passage des bourrasques, et que la première mention de ce fait remonte à décembre 1865 et a été dès lors reproduite bien souvent. Dans une note lue à la Société météorologique de France, le 12 novembre 1867, il s'était efforcé de démontrer, par la comparaison des cartes du *Bulletin international* avec les observations magnétiques de Paris, que toutes les perturbations magnétiques de quelque importance constatées à l'Observatoire coïncidaient avec le passage d'une bourrasque au voisinage des côtes de France. Il en doit être de même des perturbations électriques indiquées par le passage des courants dans les fils télégraphiques, puisque d'après les recherches récentes de M. Airy il y a un accord parfait entre les variations magnétiques et les variations d'intensité des courants électriques terrestres. Ainsi la rupture de l'équilibre électrique de notre atmosphère manifestée par l'apparition des Aurores boréales, par l'apparition simultanée des perturbations magnétiques et électriques qui accompagnent celle des Aurores, amène avec elle des changements de temps et des bourrasques, de sorte que tous ces divers phénomènes atmosphériques semblent être solidaires les uns des autres; ce qui confirme toujours plus la théorie qui considère la production des Aurores polaires comme un phénomène purement atmosphérique dû essentiellement à l'action combinée de l'électricité de l'atmosphère et du magnétisme terrestre.

Il n'y a qu'un point, je le reconnais, où je ne dirai pas que cette théorie soit en défaut, mais où elle présente une lacune, c'est la périodicité à laquelle, suivant certains observateurs, le phénomène est soumis. On a trouvé que les maxima et minima d'Aurores boréales manifestent deux espèces de périodes, l'une de dix à douze ans, l'autre de cinquante-huit à soixante ans. Sans contester l'existence de ces périodes, je crois qu'on en a beaucoup exagéré l'importance. Toutes les observations faites dans les régions boréales constatent que l'apparition de l'Aurore boréale est un phénomène presque quotidien, mais qui échappe à la vue bien souvent par le fait d'un ciel couvert ou de nuits trop claires dans les longs jours de l'année. Il est effectivement un point auquel on n'a pas eu peut-être assez égard dans la statistique des Aurores boréales, c'est de tenir compte du nombre de nuits dans lesquelles un ciel couvert n'aurait pas permis d'en observer lors même qu'il y en aurait eu. C'est donc moins le nombre absolu d'apparitions d'Aurores dans l'année, que le rapport entre ce nombre et celui des nuits claires qu'il faudrait prendre pour base des calculs.

Quoi qu'il en soit, il me paraît bien effectivement établi que dans nos basses latitudes l'apparition des Aurores boréales est soumise à une loi de périodicité. Mais comme il faut qu'elles aient une certaine intensité pour être visibles au delà des régions polaires, on peut dire que c'est seulement leur intensité qui est soumise à cette périodicité. Elles constitueraient donc un phénomène constant dû au rétablissement continu de l'équilibre électrique entre la terre et l'atmosphère s'opérant dans le voisinage des pôles ; mais l'intensité du phénomène, ou ce qui revient au même, l'intensité de l'électricité atmosphérique

qui le produit, serait soumise à des variations régulières et périodiques, ce qui prouverait que l'origine de cette électricité doit être cherchée en dehors de notre globe, dans le soleil probablement.

Cette manière d'envisager le phénomène de la périodicité, qui est parfaitement d'accord avec les faits, montre que cette périodicité n'est nullement en opposition avec l'explication électro-magnétique du phénomène des Aurores polaires; explication indépendante de la cause de l'électricité atmosphérique, mais qui repose uniquement sur l'existence incontestable de cette électricité.

P.S. Je dois ajouter aux observations que j'ai déjà citées celles de M. E. Quetelet faites à Bruxelles, consignées dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris,* du 26 avril 1869, et qui indiquent une diminution de la déclinaison magnétique de près de 1° pendant l'apparition de l'Aurore boréale du 15. M. de Fonvielle a également communiqué à la même séance de l'Académie un fait important observé à Greenwich, c'est que l'électricité atmosphérique qui, le jeudi 15, s'était montrée positive comme la veille, n'avait donné le matin que des signes de tension très-faibles qui avaient disparu avec l'Aurore. Par contre, les aimants avaient été violemment perturbés au moment de l'apparition de l'Aurore le 15; le 16 les perturbations magnétiques avaient continué, et une seconde Aurore s'était montrée dans la soirée. Ainsi l'électricité statique s'était changée en électricité dynamique pendant la durée de l'Aurore. Ajoutons encore qu'une magnifique Aurore boréale a été vue aux États-Unis le 22 avril.

A. D. L. R.

OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

SUR LES

MOUVEMENTS DES ÉTAMINES

DE L'ÉPINE-VINETTE

PAR

M. le Professeur J.-B. SCHNETZLER

(*Bull. Soc. vaudoise des Sc. nat.*, vol. X.)

Il existe un certain nombre de phénomènes physiologiques, mentionnés dans tous les ouvrages élémentaires de botanique et qui néanmoins ne sont pas encore suffisamment expliqués. Parmi eux nous pouvons citer les mouvements des étamines de l'épine-vinette (*Berberis vulgaris*, L.). Il est en effet bien connu que, lorsqu'on pique légèrement à l'aide d'une aiguille, la partie inférieure et intérieure d'une étamine de *Berberis vulgaris*, celle-ci s'élance brusquement vers le pistil [1].

Nous n'avons pas l'intention de répéter ici les diverses opinions sur la cause de ce mouvement, qu'on a attribué à la contractilité, à l'irritabilité, etc., du tissu végétal, ou à une rupture d'équilibre dans la tension et la turgescence de ce même tissu. Les mots de contractilité, d'irritabilité, etc., n'expliquent rien, aussi longtemps que les qualités qu'ils expriment ne se rattachent pas à une matière connue que nous trouvons dans les organes dont nous étudions les mouvements. Avant d'émettre une opi-

[1] On observe des mouvements semblables chez *Berb. humilis* et *Berb. canadensis* (*Mahonia*).

nion sur la cause de ces mouvements, nous donnerons le résumé de quelques expériences et observations faites dans le courant du printemps de 1868.

1° Une goutte de nicotine pure, versée sur la base d'une étamine de *Berberis vulgaris,* produit un mouvement très-vif de cette étamine vers le pistil. Comme il suffit souvent d'une légère pression mécanique pour provoquer ce mouvement, on pourrait admettre que l'application de la goutte de nicotine et la pression exercée eussent suffi pour mettre l'étamine en mouvement; mais je me suis convaincu qu'une goutte d'eau froide appliquée de la même manière ne produisait aucun mouvement.

Lorsque le mouvement de l'étamine a été produit par une action mécanique, elle s'éloigne du pistil au bout de quelques minutes et elle retourne dans sa position primitive, de laquelle une nouvelle irritation mécanique la fait sortir rapidement. Après l'application de la goutte de nicotine, l'étamine ne réagit plus ni sous l'influence d'actions mécaniques, ni sous celle de réactifs chimiques, du courant électrique, etc.

2° L'alcool, les acides minéraux, la potasse caustique agissent de la même manière que la nicotine, c'est-à-dire provoquent un mouvement brusque de l'étamine vers le pistil; mais ces réactifs tuent l'étamine tout en produisant chez elle un mouvement convulsif. Après leur action l'étamine se détache facilement de la base qui la supporte.

3° Une solution aqueuse de curare est versée dans une fleur d'épine-vinette fraîchement éclose; malgré le contact très-prolongé de cette matière toxique qui agit si énergiquement sur les nerfs moteurs des animaux, son

action est complétement nulle sur le mouvement des étamines de *Berberis ;* l'excitabilité de ces dernières reste parfaitement intacte; car sous l'influence d'actions mécaniques, chimiques, physiques (courant électrique), elles s'élancent vivement vers le pistil, d'où elles reviennent à leur position primitive au bout de cinq à dix minutes, pour se mouvoir de nouveau sous l'influence des mêmes causes.

4° Le courant d'induction d'une petite pile de Galiffe au bisulfate de mercure fut employé comme irritant. L'intérieur de la fleur fut humecté avec de l'eau; un des pôles communiquait avec le stigmate, l'autre avec une anthère. En touchant la partie inférieure d'une étamine avec le rhéophore de la pile, on aurait pu produire une irritation mécanique, capable de provoquer le mouvement de l'étamine; tandis qu'une simple action mécanique exercée sur l'anthère ne produit ordinairement pas le mouvement en question. Sous l'influence d'un courant modéré, appliqué tel que je viens de le dire, j'ai toujours vu l'étamine s'élancer vers le pistil. Lorsque le courant devient trop fort, l'irritabilité disparaît complétement. Ce même résultat avait été déjà obtenu par A. de Humboldt [1], Cohn, Kabsch, etc. [2]

5° Nous avons déjà vu plus haut que l'eau froide n'exerce aucune action sur les mouvements des étamines de l'épine-vinette. J'ai entrepris une série d'expériences pour examiner l'action de l'eau à différentes températures.

C'est à partir d'une température de 30 à 35° C. que l'eau provoque le mouvement des étamines; cependant dans ce cas, le mouvement est encore assez lent. Lors-

[1] Versuche über die gereizte Muskelfaser, II, 195.
[2] Julius Sachs, Lehrbuch der Botanik, 1868.

qu'on place délicatement de l'eau de 40° à la base de l'étamine, celle-ci s'élance alors très-vivement vers le pistil. Quelques minutes (cinq à dix) après elle revient à son ancienne place, d'où elle s'élance de nouveau vers le pistil quand elle est irritée. Le mouvement est encore produit par de l'eau de 50° C.; mais après un mouvement convulsif de l'étamine, celle-ci a perdu toute irritabilité; elle se détache de sa base de même qu'à des températures plus élevées.

Les résultats obtenus en employant de l'eau à différentes températures nous semblent présenter un certain intérêt; ils rattachent les mouvements des étamines de *Berberis vulgaris* à une loi générale de la physiologie botanique, formulée ainsi par Jul. Sachs [1] : « Les fonctions de la plante sont accélérées et leur intensité est augmentée à mesure que la température s'élève à partir d'un minimum. La fonction produit son effet maximum lorsque la température atteint une limite déterminée ; dès que cette limite est dépassée, la fonction diminue jusqu'à ce qu'elle s'annulle complétement à une limite de température supérieure. D'après le même auteur, l'irritabilité des feuilles de Mimosa est faible de 16 à 18°, elle paraît atteindre son maximum à 30° C. Les folioles latéraux de *Hedysarum gyrans* exécutent, suivant Kabsch, une oscillation pendant 85 à 90 secondes à une température de 35°, tandis que de 23 à 24° leur mouvement cesse presque complétement.

Nous voyons ainsi le mouvement des étamines de *Berberis vulgaris* se rattacher à une question plus générale de physiologie végétale, question à laquelle appartient le mouvement des feuilles, des mimosa, des dionæa, des éta-

[1] Julius Sachs, Lehrbuch, 1868.

mines de parietaria, etc. Dans un précédent travail [1], nous avons attribué un rôle dans ces différents mouvements à la matière protéique, qui fait partie de toutes les cellules vivantes, qui ressemble au sarcode des Rhizopodes et que les physiologistes ont désigné sous le nom de protoplasma. Les expériences précédentes confirment celles que nous avons faites sur les Mimosa, surtout pour ce qui concerne l'action du curare. Cette substance, qui ne détruit point la contractilité et le mouvement du sarcode animal, laisse intactes ces mêmes propriétés dans le protoplasma et n'a aucune influence sur les mouvements des feuilles de Mimosa et des étamines de l'épine-vinette. La nicotine, au contraire, de même que l'alcool, les acides minéraux, etc., détruisent la vie du sarcode et du protoplasma, de même que l'irritabilité des feuilles de Mimosa et des étamines de *Berberis*.

Les vapeurs d'alcool, d'éther et de chloroforme employées avec précaution peuvent abolir momentanément les mouvements du sarcode et du protoplasma, ainsi que l'irritabilité des feuilles de Mimosa et des étamines de *Berberis* [2].

M. Paul Bert, dans ses *Recherches sur les mouvements de la Sensitive*, tâche de démontrer que les anesthétiques, tels que l'éther, arrêtent les mouvements qui résultent d'un choc, d'une lésion, etc., mais n'influent pas sur les directions de la feuille pendant la nuit. D'après lui, la cause de ces deux mouvements serait différente. L'éther, qui agit sur les mouvements accidentels, a pour effet de

[1] Archives des Sciences phys. et nat., 1865, t. XXIV, p. 318.

[2] Voyez Dr Clemens, Untersuchungen über die Wirkungen des Aethers und Chloroforms. Inauguraldissertation, 1850. — M. Marcet, Archives des Sciences phys. et nat., 1848, t. IX, p. 204.

créer une immobilité absolue dans la position où se trouve la feuille, ce qui est bien différent de son action sur les animaux. Cette action particulière de l'éther qui paralyse momentanément les feuilles de mimosa et les étamines de *Berberis* s'explique en partie par son influence sur le protoplasma. Les cils et filaments vibratils des spores d'algues ne sont que des prolongements du protoplasma qui compose ces spores, les vapeurs d'éther arrêtent leurs mouvements pendant un temps plus ou moins long.

Les résultats de nos expériences nous fournissent encore une autre raison pour attribuer au protoplasma un certain rôle dans les mouvements dont nous parlons. D'après Nægeli, le mouvement du protoplasma dans le *Nitella syncarpa* atteint son maximum à 37°. Jul. Sachs a trouvé que ce même mouvement, dans les poils de *Cucurbita, Solanum, Lycopersicum, Tradescantia,* dans les cellules du *parenchyme* de *Vallisneria,* est lent à une température de 11° à 16°, très-vif de 30° à 40°, tandis qu'il se ralentit entre 40° et 50° [1].

Max Schultze établit que la température qui tue d'une manière absolue le protoplasma commence de 47 à 48° C.[2]

Les phénomènes physiologiques présentent toujours quelque chose de compliqué, et nous trouvons constamment plusieurs facteurs qui y concourent. Pour comprendre le mouvement exécuté par un organe, il ne suffit pas d'y constater l'existence d'une matière contractile ; il faut encore étudier la structure anatomique de l'organe en question. Quand nous examinons sous ce point de vue les étamines d'épine-vinette, nous trouvons dans le filet un tissu épidermique garni de cellules arrondies en forme de

[1] Julius Sachs, Lehrbuch.

[2] Max Schultze, das Protoplasma der Rhizopoden und Pflanzenzellen.

papilles. Sous les papilles se trouve un tissu formé de cellules étroites, allongées, cylindriques, très-serrées. Ce tissu épidermique enveloppe un parenchyme traversé dans toute sa longueur par un faisceau fibrovasculaire. Lorsqu'on coupe l'étamine à sa base, le tissu fibreux de l'épiderme ne couvre plus le parenchyme jusqu'à la base, il semble s'être retiré, comme une enveloppe élastique fortement tendue, dont on aurait coupé le point d'attache. Le parenchyme qui se montre alors dénudé à la base de l'étamine, se compose de grosses cellules arrondies. Dans une solution de carmin, ces cellules absorbent une grande quantité de la matière colorante, et l'on aperçoit alors leur protoplasma mort, coagulé en forme d'amas irréguliers d'un beau rouge. Ce fait s'observe du reste aussi sur d'autres étamines qui ne présentent point de mouvements particuliers. On observe également une belle coloration rouge sur le fil élastique des trachées qui traversent le parenchyme, tandis que le vaisseau lui-même se colore à peine.

L'inégal développement des tissus d'un organe peut produire dans cet organe une tension plus ou moins grande ; c'est ainsi qu'il existe une tension très-forte entre le tissu épidermique des étamines d'épine-vinette et le parenchyme. Ce parenchyme, qui s'est développé plus fortement que l'enveloppe épidermique, a produit une traction longitudinale dans les cellules de l'épiderme, tandis que la résistance de ces mêmes cellules épidermiques produit une compression de haut en bas dans les cellules du parenchyme. Jul. Sachs (loc. cit.) distingue très-bien entre tension des tissus et turgescence ; cette dernière signifie pour lui la pression hydrostatique exercée par le liquide intracellulaire sur les parois de la

cellule, ou ce qui revient au même, la pression de la paroi élastique de la cellule sur le contenu liquide. Ces deux qualités des tissus ont évidemment une influence réciproque. L'action endosmotique du contenu de la cellule doit avoir une grande influence sur sa turgescence. Les matières protéiques qui se trouvent dans les cellules du parenchyme de la base des étamines doivent ainsi augmenter la turgescence de ces cellules, et cette turgescence du tissu érectile, c'est-à-dire d'un tissu comprimé, gêné dans sa dilatation, augmente naturellement à son tour la tension entre l'épiderme et le parenchyme de l'étamine. On comprend alors facilement qu'il suffise d'une faible action perturbatrice pour détruire la position d'équilibre de l'organe et pour y produire un mouvement, d'autant plus que l'étamine, renflée à sa partie inférieure et arrondie, repose sur une petite surface sur laquelle elle se trouve comme articulée.

Ajoutons encore comme fait important à noter que l'étamine, au commencement de la floraison, se trouve assez rapprochée du pistil, mais qu'à mesure que les pétales s'étalent, ils entraînent avec eux les étamines qui leur sont opposées; ce qui augmente nécessairement la tension dans la partie tournée du côté du pistil. Supposons maintenant qu'à la partie intérieure et inférieure de l'étamine, il y ait contraction dans les cellules du tissu érectile du parenchyme, c'est-à-dire diminution de leur hauteur, l'étamine doit alors évidemment s'élancer vers le pistil. La contraction des cellules du tissu érectile peut provenir, ou d'un écoulement d'une partie du liquide qui produit leur turgescence, ou d'un raccourcissement dû à la contractilité des cellules, ou à la réunion des deux causes indiquées. Il nous semble difficile d'expli-

quer le mouvement brusque des étamines par un simple déplacement du liquide intracellulaire qui doit être rapide, presque instantané et qui se produira par la plus légère action mécanique ou par le simple contact d'une goutte d'eau de 40°.

Les expérences, faites avec l'eau à différentes températures, avec le courant électrique, avec l'alcool, les acides minéraux, la nicotine, etc., nous ont fait voir que toutes les fois que ces réactifs détruisent la vitalité du protoplasma végétal, ils anéantissent aussi l'irritabilité des étamines de l'épine-vinette ; tandis qu'en employant dans les conditions voulues ceux d'entre eux qui rehaussent et activent la vitalité du protoplasma, l'irritabilité des étamines se manisfeste non seulement par des mouvements vifs, mais encore par sa persistance.

La tension des tissus, la turgescence des cellules du tissu érectile, l'élasticité de l'épiderme, le mode d'insertion et l'écartement de l'étamine produisent certainement un état d'équilibre facile à troubler ; mais encore faut-il une action pour rompre cet équilibre. Si nous ne pouvons pas trouver cette action dans un simple déplacement du liquide intracellulaire, il nous semble plus naturel de la chercher dans la contractilité du sarcode végétal ou protoplasma qui aurait pour effet uu déplacement du liquide de la cellule. Dans une cellule vivante ce protoplasma ne se trouve pas seulemenl dans l'intérieur, mais il passe par différents degrés de densité jusque dans la partie de l'enveloppe désignée par H. v. Mohl sous le nom d'utricule primordiale et sur laquelle s'étend dans les cellules dont nous parlons une mince couche de cellulose élastique. Il est vrai que nous savons fort peu de chose sur la contractilité de l'utricule primordiale et sur

les changements de forme que ses contractions peuvent produire ; mais en voyant le protoplasma des globules de chlorophylle changer de forme sous l'influence de la lumière, en voyant les mouvements rapides des cils vibratiles des spores d'algues, le déplacement du protoplasma des myxomycètes, les mouvements de cette même substance dans toutes les cellules vivantes, il nous semble difficile d'admettre que dans l'utricule primordiale elle soit devenue une substance morte, privée de contractilité.

Lorsque nous considérons les différentes conditions déjà indiquées dans lesquelles se trouvent les étamines de *Berberis vulgaris,* une légère contraction des cellules du tissu érectile à la partie inférieure et intérieure de l'étamine suffit pour provoquer le mouvement vers le pistil. A mesure que ces mêmes cellules reviennent à leur forme primitive, l'étamine s'éloigne lentement du pistil vers la position où elle présentera de nouveau les mêmes conditions de tension et de turgescence qu'auparavant. Si, à l'aide d'un obstacle mécanique, on retient l'étamine dans cette position pendant que l'on irrite sa partie inférieure, elle restera immobile quand on l'abandonnera à elle-même. Ce qui en outre témoigne peu en faveur d'un simple déplacement de liquide, c'est que le mouvement des étamines se produit sous l'influence des réactifs indiqués, même dans les étamines des fleurs presque flétries.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES ET THÉORIQUES

SUR LES

FIGURES D'ÉQUILIBRE D'UNE MASSE LIQUIDE

SANS PESANTEUR

Par M. J. PLATEAU

(Extrait par l'auteur)

Huitième Série [1].

Pourquoi gonfle-t-on sans peine de très-grosses bulles avec de l'eau de savon, et ne parvient-on pas à en obtenir, même de petites, avec de l'eau pure ? Cette question peut paraître oiseuse au premier abord, car, d'après l'opinion généralement reçue, la différence que présentent ces deux liquides, au point de vue du développement en bulles, tient simplement à ce que le premier est plus visqueux que le second. Mais bien que la solution d'une partie de savon de Marseille dans 40 parties d'eau donne, à l'orifice d'une pipe de terre ordinaire, des bulles de plus de 25 centimètres de diamètre, des expériences directes m'ont montré que la viscosité de ce liquide est à peine supérieure à celle de l'eau pure ; de plus, avec la solution d'une partie de ce savon dans 500 parties d'eau, liquide dont l'excès de viscosité est certainement inappréciable, on forme encore des bulles d'un décimètre ; enfin des liquides beaucoup plus visqueux que l'eau, tels que les huiles grasses, la glycérine pure ou diluée, et des so-

[1] Pour la précédente série, voyez *Archives*, 1867, tome XXVIII, page 20.

lutions de gomme arabique, sont complétement impropres à la génération des bulles. La viscosité, du moins telle qu'on l'entend, ne joue donc qu'un rôle très-secondaire dans le phénomène dont il s'agit, et c'est la recherche de la vraie cause de celui-ci qui fait l'objet de la série actuelle.

Deux modes d'expérience essentiellement différents me permettent d'énoncer le principe que voici :

La couche superficielle des liquides a une viscosité propre, indépendante de la viscosité de l'intérieur de la masse; dans certains liquides, cette viscosité superficielle est plus forte que la viscosité intérieure, et souvent de beaucoup; dans d'autres liquides, elle est, au contraire, plus faible que la viscosité intérieure, et souvent aussi de beaucoup.

D'autre part, il est bien établi aujourd'hui que la couche superficielle des liquides est dans un état de tension, et l'on a des procédés exacts pour mesurer cette tension; or l'ensemble de mes expériences me conduit à admettre que les éléments d'où dépend le plus ou moins de facilité du développement en lames, sont la viscosité superficielle et la tension, et j'arrive à la conclusion suivante :

Pour qu'un liquide puisse s'étendre en lames à la fois grandes et persistantes, et conséquemment se laisse gonfler en bulles, il faut d'abord que sa viscosité superficielle soit forte; mais il faut, en outre, que sa tension soit relativement faible, ou, en d'autres termes, que le rapport de sa viscosité superficielle à sa tension soit suffisamment grand.

Telle est donc, selon moi, la théorie du facile développement en bulles. Je ne pourrais, sans donner trop de longueur à cet extrait, exposer ici toutes les considérations et tous les faits sur lesquels elle repose; mais on

comprend, d'une manière générale, qu'une forte viscosité superficielle rend très-lente l'atténuation de la lame, et que si, en même temps, la tension qui fait sans cesse effort pour amener la rupture est relativement faible, la lame, dans cette double condition, aura peu de tendance à éclater, et par suite se développera aisément. J'ajoute que j'ai vérifié ma thèse sur quinze liquides différents.

Neuvième Série.

Dans la série précédente, j'ai tâché de découvrir les causes du facile développement de certains liquides, de l'eau de savon, par exemple, en grandes lames qui se maintiennent assez longtemps ; or, quand on a produit des lames de cette espèce, leur persistance est influencée par des causes accessoires, telles que l'évaporation, le plus ou moins d'inclinaison des lames, leur combinaison en systèmes, etc. J'examine ces différentes causes, et je fais voir que, lorsqu'on élimine celles qui sont défavorables, on obtient des persistances énormes ; c'est ainsi qu'une lame circulaire plane et horizontale de liquide glycérique, ayant 7 centimètres de diamètre, réalisée dans les conditions dont il s'agit, a persisté dixhuit jours.

La beauté des figures laminaires de liquide glycérique inspire naturellement le désir d'avoir les mêmes figures indéfiniment permanentes ; j'indique, comme le moyen qui m'a paru le meilleur pour approcher autant que possible de ce résultat, l'emploi d'un mélange fondu de colophane et de gutta-percha, en proportions convenables ; le système ainsi réalisé dans une charpente cubique de 5 centimètres le côté, s'est conservé au delà de deux ans, je pense.

Je termine, dans cette série, la partie de mon travail spécialement consacrée aux lames liquides, en résumant les recherches des autres physiciens sur ce sujet.

Je passe ensuite à la description détaillée d'une expérience dont j'ai déjà parlé autrefois, à une époque où je n'avais pas encore trouvé les moyens d'en assurer la complète réussite ; elle consiste à produire, par les seules forces capillaires, l'ascension d'un liquide à une grande hauteur dans un tube d'un grand diamètre, et cela en soustrayant ce liquide à l'action de la pesanteur ; j'ai obtenu ainsi l'ascension de l'huile d'olive et celle de mon mélange alcoolique jusqu'au sommet de tubes ayant 14 à 15 millimètres de diamètre intérieur et 42 centimètres de hauteur.

Enfin j'étudie la constitution d'un courant gazeux qui traverse un liquide. J'établis, par la théorie et par l'expérience, l'analogie de cette constitution avec celle d'une veine liquide lancée de haut en bas dans l'air, par un orifice circulaire ; mais je conclus de la théorie, et je vérifie, par l'expérience, que le courant gazeux n'a jamais de partie continue, c'est-à-dire que les bulles dans lesquelles il se transforme s'isolent déjà très-près de l'orifice.

Dixième Série.

Ici j'énumère les résultats que les géomètres ont obtenus, soit en appliquant l'analyse à mes expériences mêmes, soit en discutant l'équation générale $\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} = C$, considérée comme représentant les surfaces dont la courbure moyenne est constante, en prenant, parmi ces résultats, ceux qui sont en rapport avec mon sujet. Je décris, en même temps, de nouvelles vérifications expé-

rimentales d'un certain nombre des résultats dont il s'agit, telles que la réalisation, à l'état laminaire, en conséquence du principe qui termine ma septième série, de plusieurs surfaces à courbure moyenne nulle, dont on a les équations en coordonnées finies; par exemple, dans un contour en fil de fer, composé d'une hélice régulière, d'une portion de l'axe et de deux droites perpendiculaires à celui-ci, et le rattachant aux extrémités de l'hélice, on obtient, avec le liquide glycérique, une belle lame figurant exactement un héliçoïde gauche à plan directeur.

Onzième et dernière Série.

Ainsi qu'on a pu le voir dans la série précédente, la sphère est très-probablement la seule figure d'équilibre fermée, et toutes les autres présentent des dimensions infinies dans certains sens. Or, quand on essaye de réaliser partiellement l'une de ces dernières, soit avec une masse d'huile dans le mélange alcoolique, soit avec une lame mince de liquide glycérique dans l'air, on reconnaît en général que, lorsque les terminaisons solides auxquelles adhère la masse ou la lame doivent comprendre entre elles une portion trop étendue de la figure, celle-ci refuse de se former, d'où il faut conclure qu'avec cet écartement des terminaisons, elle serait instable. Dans la série actuelle, je cherche d'abord, en m'aidant de l'expérience, du calcul et du raisonnement, les limites de stabilité de la plupart des figures d'équilibre dont je me suis occupé, et spécialement des figures de révolution comprises entre deux bases perpendiculaires à l'axe.

Je commence par la sphère. Cette figure n'a pas de

limite de stabilité, c'est-à-dire qu'elle est stable dans son état complet; en effet, une masse d'huile librement suspendue dans le liquide alcoolique et une bulle de savon flottant dans l'air prennent toujours la forme sphérique, et y reviennent quand on la leur a fait perdre.

Il suit de là que le plan, qui peut être considéré comme faisant partie d'une sphère de rayon infini, possède également la stabilité, quelle que soit son étendue.

Je passe ensuite au cylindre. Les expériences de ma deuxième série relatives à cette figure ont montré qu'un cylindre liquide est instable lorsque le rapport de sa longueur à son diamètre excède une valeur comprise entre les nombres 3 et 3,6, valeur que j'ai nommée la *limite de la stabilité du cylindre*. Dans la série actuelle, je cherche la valeur exacte de cette limite, et je trouve, par deux méthodes essentiellement différentes, qu'elle est égale à la quantité π; d'où il suit qu'un cylindre liquide est rigoureusement à sa limite de stabilité quand sa longueur est égale à sa circonférence.

Pour ne pas donner trop d'étendue à ce résumé, j'omets ici les résultats qui concernent la stabilité des trois figures de révolution restantes, ainsi que de quelques autres qui n'appartiennent pas à cette classe.

Dans la seconde moitié du Mémoire, j'envisage sous un point de vue général la question de la stabilité des figures d'équilibre. Les géomètres ont admis, comme résultats de l'analyse, que les surfaces à courbure moyenne constante, surfaces qui sont celles de nos figures d'équilibre, ont toujours une étendue minima. Mais s'il fallait accepter ce principe sans restriction, il s'ensuivrait, contrairement à l'expérience, que toute figure d'équilibre liquide partielle terminée à un système solide serait nécessairement

stable, quelque portion qu'elle représentât de la figure indéfinie. En effet, la couche superficielle de la masse étant réellement, on le sait aujourd'hui, dans un état de tension, elle fait constamment effort pour se resserrer ; si donc, dans l'équilibre, son étendue était toujours un minimum, une déformation très-petite quelconque augmenterait cette étendue, et conséquemment la couche superficielle ferait effort pour reprendre ses dimensions premières et rétablir la forme d'équilibre.

Les géomètres ont été conduits au principe ci-dessus par le fait que la variation des surfaces dont il s'agit est toujours nulle, ce qui semble impliquer nécessairement un minimum ou un maximum d'étendue ; et comme il est évident qu'avec un volume donné on peut toujours augmenter la surface par un changement de forme convenable, on en a conclu qu'il fallait choisir le minimum. Or il y avait une supposition intermédiaire également légitime qu'on n'a pas faite, et qui est celle de la réalité : c'est qu'au delà de limites déterminées, la surface est minima par rapport à certains modes de petite déformation, tandis qu'elle est maxima par rapport à d'autres modes.

Je démontre l'exactitude de ce dernier principe par l'étude du cylindre. On sait, par les expériences de ma deuxième série, que la transformation spontanée d'un cylindre très-long relativement à son diamètre s'effectue par le partage de la figure en portions alternativement étranglées et renflées, lesquelles se dessinent de plus en plus jusqu'à la conversion de la masse en une suite de sphères isolées ; or, en prenant une sinusoïde pour ligne méridienne à la naissance de l'altération spontanée, je trouve, par le calcul, que si la somme d'un étranglement et d'un renflement excède en longueur la circonférence

du cylindre originaire, la surface a effectivement diminué.

Ainsi, même abstraction faite de toute expérience, l'instabilité d'un cylindre liquide dont la longueur surpasse la circonférence est un fait nécessaire, et, pour le dire en passant, de cette nécessité découle celle de la théorie de la constitution des veines liquides exposée à la fin de ma deuxième série.

J'omets ici d'autres points, dont on trouvera l'examen dans mon Mémoire, tels que l'influence des résistances sur la longueur des étranglements et des renflements dans la transformation d'un long cylindre, etc.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

F. Rüdorff. Ueber die durch auflösen von salzen, etc. De l'abaissement de température qu'il est possible de produire dans la dissolution des sels. (*Poggend. Ann.*, t. CXXXVI, p. 276.)

C'est Blasius Villafranca qui, le premier, a observé l'abaissement de température produit par la dissolution du salpêtre dans l'eau. Cette question a été reprise souvent, et en particulier par Walker [1], Karsten [2], Hanamann [3] et bien d'autres physiciens, lesquels sont tous arrivés à des résultats assez différents dans la fixation des températures minima auxquelles l'on peut atteindre par la dissolution des sels dans l'eau. L'auteur a recherché la cause de ces divergences, et il l'a trouvée dans la négligence de certaines précautions indispensables dans toute recherche de ce genre.

Il a trouvé, ce qui était évident du reste, que les proportions de sel et d'eau employées exercent une très-grande influence sur le résultat. Lorsque la quantité de sel dissous n'est pas suffisante pour produire la saturation, on n'obtient pas le maximum d'effet. Lorsqu'il y a, au contraire, plus de sel qu'il n'en faut pour la saturation, c'est autant de substance inutile de plus à refroidir. Il existe donc des proportions parfaitement déterminées pour produire le maximum d'effet. L'auteur a trouvé qu'il fallait prendre une quantité de sel très-peu supérieure à celle qui produit la saturation; de la sorte on abaisse la température, par une rapide

[1] Green, *Journal de Physique*, tome I, p. 419, et tome III, p. 458.

[2] *Abhandlungen der Königl. Akad. der Wissenschaften zu Berlin*, 1840, p. 95.

[3] Wittstein, *Vierteljahrsschrift für practische Pharmacie*. München, 1864, tome XIII, p. 3.

dissolution, plus qu'on ne l'élève par suite de l'excès de sel non dissous. Enfin il importe d'éviter toute action extérieure et pour cela l'auteur a opéré ses dissolutions dans un vase en verre très-mince, entouré de coton, en prenant des quantités de sel et d'eau suffisamment grandes pour n'être pas sensiblement influencées par la température extérieure (250 à 500 grammes d'eau avec la quantité correspondante de sel). Pour hâter la dissolution, il convient d'employer des sels réduits en poudre impalpable, et de remuer sans cesse avec le thermomètre; de la sorte on obtient le minimum de température en moins d'une minute. Le tableau suivant donne les moyennes d'un grand nombre d'expériences, dont les résultats différaient entre eux au plus de 0°,2 C.

	Soluble dans 100 parties d'eau. [1]	Mêlé avec 100 parties d'eau.	TEMPÉRATURE initiale.	TEMPÉRATURE finale.	Abaissement.
			°	°	°
Alun cristallisé	10	14	+10,8 C.	+ 9,7 C.	1,4
Chlorure de sodium	35,8	36	12,6	+10,1	2,5
Sulfate de potasse	9,9	12	14,7	+11,7	3,0
Phosphate de soude crist..	9,0	14	10,8	+ 7,1	3,7
Sulfate d'ammoniaque	72,3	75	13,2	+ 6,8	6,4
Sulfate de soude cristallisé.	16,8	20	12,5	+ 5,7	6,8
Sulfate de magnésie crist..	80	85	11,1	+ 3,1	8,0
Carbonate de soude crist..	30	40	10,7	+ 1,6	9,1
Azotate de potasse.....	15,5	16	13,2	+ 3,0	10,2
Chlorure de potassium....	28,6	30	13,2	+ 0,6	12,6
Carbonate d'ammoniaque..	25	30	15,3	+ 3,2	12,7
Acétate de soude cristallisé.	80	85	10,7	- 4,7	15,4
Chlorhydrate d'ammoniaque	28,2	30	13,3	- 5,1	18,4
Azotate de soude.....	69	75	13,2	- 5,3	18,5
Hyposulfite de soude crist..	98	110	10,7	- 8,0	18,7
Iodure de potassium	120	140	10,8	-11,7	22,5
Chlorure de calcium crist..	200	250	10,8	-12,4	23,2
Azotate d'ammoniaque....	55	60	13,6	-13,6	27,2
Sulfocyanure d'ammonium.	105	133	13,2	-18,0	31,2
Sulfocyanure de potassium.	130	150	10,8	-23,7	34,5

[1] Les chiffres contenus dans cette colonne sont pris dans le travail

L'abaissement de température étant intimement lié avec la quantité de sel dissous, devra être plus grand à une température plus élevée chez les sels dont la solubilité augmente avec le degré de chaleur. Et, en effet, la température initiale étant 23°, la dissolution du salpêtre dans l'eau l'a ramenée à 10°,2, produisant ainsi un abaissement de 12°,8, au lieu de 10°,2 que nous trouvons dans le tableau. Il en a été de même du chlorhydrate d'ammoniaque et d'autres sels. On ne peut donc pas indiquer d'une manière absolue l'abaissement produit par une dissolution sans y joindre la considération des températures initiales et finales entre lesquelles il s'est produit. La température d'une dissolution peut s'abaisser jusqu'à son point de congélation, mais elle ne le dépassera jamais, ce qui est évident du reste.

L'auteur insiste en terminant sur le sulfocyanure de potassium, dont la dissolution possède à un si haut degré la propriété qui nous occupe ici, et constitue par ce fait même un mélange réfrigérant extrêmement précieux dans la pratique. E. S.

T.-H. Schuller. Versuche, etc. Recherches sur les chaleurs spécifiques des dissolutions salines. (*Pogg. Ann.*, tome CXXXVI, p. 70-88 et 235-260.)

Dans un Mémoire [1] publié déjà il y a une dixaine d'années, M. Person était arrivé à conclure : 1° Que la chaleur spécifique des dissolutions salines est toujours moindre que celle des composants, à condition cependant que l'on attribue au sel la chaleur spécifique qu'il possède à l'état liquide ; si l'on prend celle qu'il possède à l'état solide, on ne constate au-

de Mulder sur la solubilité des sels (Mulder, *Bijdragen tot de geschiedenis van het scheikundig gebonden water*, Rotterdam, 1864). L'auteur n'a mesuré directement que la solubilité des sulfocyanures de potassium et d'ammonium.

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 3me série, t. XXXIII, p. 437.

cune régularité dans le phénomène, et dans certains cas la chaleur spécifique d'une dissolution est même supérieure à la moyenne des chaleurs spécifiques de l'eau et du sel cristallisé. 2° Que la diminution de chaleur spécifique n'est point en rapport avec l'affinité ou avec la contraction qui accompagne souvent la dissolution. M. Person avait opéré sur les azotates de potasse et de soude, sur l'azotate double de potasse et de soude, le phosphate de soude, le chlorure de calcium et le chlorure de sodium, enfin sur des dissolutions d'acide sulfurique dans l'eau à différents degrés de concentration.

L'auteur du présent Mémoire s'est proposé de compléter les recherches de M. Person, et de les étendre à un plus grand nombre de dissolutions. Il s'est attaché principalement aux chlorures de sodium, de potassium et d'ammonium, au sulfate de potasse, à l'iodure de sodium, aux azotates de soude et de potasse [1]. Dans chaque cas, il a étudié un grand nombre de dissolutions du même sel à différents degrés de concentration, et cherché à se rendre compte de la loi suivant laquelle varie le rapport de la chaleur spécifique de la dissolution à la moyenne des chaleurs spécifiques des éléments en prenant pour base celle du sel solide. Il a été amené de la sorte à établir pour chaque sel une formule d'interpolation donnant précisément la loi de cette variation. Mais il n'a trouvé aucune loi générale embrassant les différents cas qu'il avait étudiés, conformément à ce qu'avait établi M. Person au sujet de l'irrégularité que présente le phénomène en question lorsque l'on prend pour base la chaleur spécifique du sel à l'état solide. Les formules d'interpolation de M. Schuller, pour lesquelles nous renvoyons

[1] La méthode employée par M. Schuller pour la mesure des chaleurs spécifiques de ces différentes dissolutions est la méthode de M. Kopp modifiée par M. Wullner, telle que ce dernier l'a décrite à propos de ses recherches *sur la chaleur spécifique des modifications allotropiques* (*Poggend. Ann.*, tome CXXXIII).

au Mémoire original, présentent de l'intérêt parce qu'elles permettent de calculer avec une exactitude très-suffisante les chaleurs spécifiques des dissolutions ci-dessus à un degré quelconque de concentration, au lieu d'avoir à les mesurer directement. Mais elles ne répondent pas à un fait positif, car, une fois dissous, le sel se comporte comme un liquide et non comme un solide.

Laissant de côté ces considérations, voici quelles sont les conclusions du travail de M. Schuller :

Le rapport entre la chaleur spécifique vraie d'une dissolution et sa chaleur spécifique moyenne, calculée en prenant pour base la chaleur spécifique du sel à l'état solide, est constant, pour deux des sels étudiés, le chlorure et l'iodure de sodium, mais variable pour les autres. Parmi ces derniers, il en est ($NaO.SO_3$, $Na\,O.AzO_5$) pour lesquels ce rapport augmente avec le degré de concentration de la dissolution jusqu'à dépasser l'unité [1] ; d'autres ($K.Cl$, $AzH_4\,Cl$, $K\,O\,AzO_5$) pour lesquels il diminue à mesure que la concentration augmente. De plus, pour $KO\,AzO_5$ la loi de variation de ce rapport se rend au moyen d'une expression linéaire ; pour les autres ($Na\,O\,SO_3$, $Na\,O\,AzO_5$ $K\,Cl$, $AzH_4\,Cl$) par une expression du second degré. L'auteur insiste particulièrement sur ce fait que les chlorures de sodium et de potassium, si voisins l'une de l'autre par leur composition chimique et la plupart de leurs propriétés, se comportent tout différemment quant à la loi de variation de leurs chaleurs spécifiques.

L'étude détaillée de cette question, en partant des bases

[1] Pour l'azotate de soude, par exemple, que l'auteur indique au nombre des sels dont la dissolution présente une capacité calorifique plus grande que la moyenne, on obtient un résultat tout opposé en prenant pour calculer cette moyenne, non point la chaleur spécifique de ce sel à l'état solide 0,2732, mais sa chaleur spécifique à l'état liquide 0,413. En opérant de la sorte, on voit cette dissolution rentrer dans la loi générale qui est d'avoir une capacité moindre que la moyenne.

établies par M. Person, présente en effet un grand intérêt et mérite d'être reprise. Il s'agirait de vérifier, en l'étendant à un plus grand nombre de cas, le fait avancé par M. Person de la diminution de chaleur spécifique dans la dissolution, et de voir si le rapport de la chaleur spécifique vraie d'une dissolution, à la moyenne des chaleurs spécifiques de l'eau et du sel à l'état liquide, varie suivant des lois déterminées.

E. S.

J.-C. Poggendorff. Ueber das galvanische Verhalten, etc..... Des propriétés galvaniques du palladium. (*Monatsberichte der Kön. preuss. Akad. der Wiss. zu Berlin*, février 1869.)

Dans son beau travail sur l'hydrogenium, M. Graham mentionne entre autres ce fait que lorsque le palladium absorbe de l'hydrogène il se dilate, pour se contracter ensuite lorsqu'il abandonne cet hydrogène et se contracter même plus qu'il ne s'était dilaté d'abord. C'est ainsi qu'ayant opéré sur un fil de palladium mesurant au début $609^{mm},144$ il l'avait vu s'allonger de $9^{mm},77$ par l'absorption de l'hydrogène et revenir enfin à 599,444 après avoir abandonné tout le gaz qu'il avait précédemment fixé.

M. Poggendorff a imaginé une expérience extrêmement élégante à l'aide de laquelle l'on peut aisément et nettement reproduire ce double phénomène sans qu'il soit nécessaire pour cela d'opérer aucune mesure. Il prend à cet effet une plaque de palladium très-mince et très-flexible mesurant 118^{mm} de longueur, 28^{mm} de largeur et $0^{mm},1$ d'épaisseur environ, et il la plonge dans de l'acide sulfurique étendu, à 8^{mm} en avant d'une plaque de platine formant électrode positive. Cela étant il fait passer dans ce petit appareil le courant de deux éléments de Grove.

L'on ne tarde pas alors à voir au bout d'un petit instant la plaque de palladium se courber en présentant sa convexité du côté de l'électrode de platine. Au bout d'un quart d'heure

environ cette courbure a atteint son maximum et alors la plaque revient peu à peu à sa forme primitive puis se recourbe en sens inverse jusqu'à venir toucher l'électrode de platine, ce qui met fin à l'opération.

Il se passe ici, dans l'opinion de M. Poggendorff, un phénomène tout à fait analogue à celui que l'on observe dans le thermomètre de Bréguet; seulement la dilatation produite dans ce dernier cas par la chaleur, l'est ici alternativement sur l'une et l'autre face de la plaque de palladium par l'absorption d'hydrogène qui a lieu d'abord sur la face tournée vers l'électrode de platine, ensuite sur la face opposée. L'auteur n'explique pas cependant pourquoi la dilatation sur la face extérieure est plus forte que sur la face intérieure. Ne serait-ce point que l'eau acidulée étant plus oxygénée entre les plaques de palladium et de platine qu'au delà de la plaque de palladium, une partie de l'hydrogène absorbé par la face intérieure de la plaque de palladium se recombine avec l'oxygène dissous dans l'eau ?

Quoi qu'il en soit, M. Poggendorff met en évidence par un procédé tout aussi ingénieux la contraction que le palladium subit en abandonnant son hydrogène. Pour cela, après avoir sorti la plaque de palladium de l'eau acidulée et l'avoir lavée et séchée, il la plonge dans la flamme d'une lampe à alcool. Immédiatement alors elle se redresse puis se recourbe très-rapidement en sens inverse, jusqu'à paraître comme enroulée sur elle-même.

Quand on fait subir plusieurs fois de suite cette opération à une même plaque, on voit ses dimensions se modifier d'une manière notable. Elle devient plus étroite et plus courte, mais elle gagne en revanche en épaisseur. Après six opérations analogues la plaque dont il est ici question avait perdu 8^{mm} dans le sens de la longueur, $1^{mm},5$ dans celui de la largeur, tandis qu'elle avait gagné au moins $0^{mm},1$ en épaisseur.

Les deux dimensions suivant lesquelles le métal s'était dilaté

dans la première opération ont été au contraire diminuées dans la seconde; la troisième en revanche a été augmentée.

M. Poggendorff fait remarquer aussi qu'il semble que l'on puisse obtenir par ce procédé-là un véritable hydrure de palladium, quoique M. Graham et M. Wurtz n'y soient pas parvenus par de pures réactions chimiques. En effet dans le courant de cette opération l'auteur vit l'eau acidulée se colorer en brun sans être le moins du monde troublée et sans former le moindre dépôt. Suivant une ancienne observation de M. Poggendorff, une plaque de tellure plongée comme électrode négative dans une dissolution de potasse ou d'ammoniaque y produit une belle et très-vive coloration rouge, en revanche le palladium laisse cette dissolution parfaitement transparente. Dans le cas qui nous occupe il y aurait donc, suivant M. Poggendorff, une dissolution d'hydrure de palladium dans l'eau acidulée. E. S.

E. Warburg. Uber die Erwarmung, etc. De l'élévation de température produite dans les corps solides en vibration[1]. *(Monatsberichte der Königl. preuss. Akad. der Wissenschaften zu Berlin*, février 1869, p. 86.)

La rapidité avec laquelle s'éteint le son d'une corde ou d'une tige vibrante varie beaucoup avec la substance qui la compose. C'est là un point qui avait déjà attiré l'attention de Guillaume Weber. Cet illustre physicien chercha à expliquer cette propriété des corps de vibrer plus ou moins longtemps par leur densité. Plus est grande en effet la masse du corps en vibration, moins il sera influencé dans son mouvement par la résistance de l'air, qui tend à le ramener au repos. Cette cause cependant n'est pas la seule, ni même la plus importante, et Weber était arrivé à conclure que cette propriété est une conséquence directe de la constitution intime des corps

[1] Les expériences ont été faites dans le laboratoire de M. G. Magnus à Berlin.

et de leur état moléculaire. C'est ainsi que le plomb cesse de vibrer beaucoup plus vite que l'acier, quoique la densité du premier soit très-supérieure à celle du second.

Il suit de là évidemment qu'une grande portion de la force vive du mouvement vibratoire se transforme en travail intérieur et probablement aussi en chaleur sensible. De plus il doit y avoir une plus grande proportion de la force vive initiale dépensée en travail intérieur, partant une plus forte production de chaleur dans le cas d'un corps qui cesse très-vite de vibrer comme le plomb, que dans le cas d'un corps dont le mouvement vibratoire se prolonge comme l'acier.

Ce n'est pas tout : les corps chez lesquels le son est promptement éteint ont aussi la propriété d'affaiblir dans de très-fortes proportions les mouvements vibratoires d'autres corps avec lesquels ils se trouvent reliés. C'est ainsi qu'en adaptant à un tube de verre un prolongement formé d'un tube de plomb, même à parois très-minces, on affaiblit considérablement le son rendu par le premier lorsqu'on le fait vibrer longitudinalement. Là encore il y a évidemment une perte considérable de force vive qui doit être transformée, en partie du moins, en chaleur.

Vérifier cette importante hypothèse d'une élévation de température produite dans les corps solides en vibration, et mesurer cette élévation de température dans un certain nombre de cas de manière à voir comment elle varie avec la constitution moléculaire des différents corps, tel est le but que s'est proposé M. Warburg dans le travail qui nous occupe ici.

Le procédé d'expérimentation dont s'est servi l'auteur est fort simple. Il faisait vibrer une tige pleine ou creuse de la substance à étudier, soit directement, soit en en faisant le prolongement d'un tube de verre mis lui-même en vibration. Après cela il étudiait les variations de température, produites le long de cette tige pendant le mouvement de vibration, à l'aide d'une pile thermo-électrique reliée à un galvanomètre à

miroir. Il s'assurait préalablement à chaque expérience qu'il n'obtenait point de courant en posant la pile thermo-électrique sur la tige dans l'état de repos.

Vibrations longitudinales.

Il prit d'abord une tige de cire, matière qui étouffe très-vite le son et il la fixa dans le prolongement d'un tube de verre à parois épaisses. Ayant auparavant évalué la vitesse du son dans cette tige de cire, il la prit exactement d'une demi-longueur d'onde. Cela étant, après avoir fait vibrer le tube de verre longitudinalement, il rechercha s'il y avait élévation de température dans la tige de cire, et il obtint une déviation du barreau aimanté marquant 300 divisions à l'échelle du galvanomètre dans le cas où la pile thermo-électrique était appliquée sur un nœud de vibration, et 50 divisions seulement lorsqu'elle reposait sur un ventre.

Ayant ensuite disposé un tube de plomb de 9^{mm} de diamètre extérieur également d'une demi-longueur d'onde dans le prolongement du tube de verre il obtint aux nœuds de vibration des déviations de 300 à 400 divisions, aux ventres seulement de 40 divisions. Avec un tube de plomb plus étroit (4^{mm} diamètre extérieur) il obtint des déviations de 600 divisions, ce qui tenait probablement à ce que dans le cas d'un tube plus étroit l'amplitude des mouvements vibratoires est plus grande, et en effet l'on obtient dans ce dernier cas un son plus intense. Les deux tubes de plomb étant fixés à la fois dans le prolongement du tube de verre, présentèrent des variations de température tout à fait identiques, et l'auteur conclut que la quantité de chaleur dégagée dans l'unité de section de chacun de ces deux tubes est la même lorsque l'amplitude des vibrations est la même aussi.

Des tubes de plomb ayant des épaisseurs et des longueurs identiques, mais des diamètres différents, mis directement en vibration, donnèrent des résultats tout à fait analogues ; ainsi un tube de 16^{mm} de diamètre extérieur ne donna aucune dévia-

tion même aux nœuds de vibration; un tube de 9^{mm} donna aux nœuds des déviations de 200 divisions, et un tube de 4^{mm} de 600 divisions. Ce qui tient évidemment à ce que, dans les tubes plus larges, la masse à mettre en mouvement est plus considérable et par conséquent, comme il a été dit plus haut l'amplitude du mouvement vibratoire plus petite.

Pour se placer dans les conditions les plus favorables il faut donc prendre pour de semblables recherches des tiges très-minces n'ayant pas plus de $1^{mm},5$ à 2^{mm} de diamètre, c'est ce que l'auteur à fait pour différentes substances que nous énumérons ici dans l'ordre où elles se suivent pour l'élévation de température qui s'y manifeste pendant la durée du son. Ce sont, d'abord le laiton dans lequel s'est produit le plus fort échauffement, puis le cuivre, le fer, l'acier et le bois.

De tous les corps étudiés celui qui a donné le résultat le plus remarquable est le caoutchouc, lequel en effet étouffe très-promptement les sons. Un petit tube de caoutchouc adapté au bout d'un tube de verre vibrant longitudinalement produisait une déviation de 1000 divisions, lorsque l'on posait une des faces de la pile thermo-électrique immédiatement à côté de son point d'attache sur le tube de verre. En présentant en ce point la boule d'un thermomètre avant et pendant la production du son, l'auteur le vit monter de 2° ce qui indiquait une élévation de température sensiblement plus considérable. Dans la plupart des substances étudiées l'élévation de température était très-sensiblement la même aux différents nœuds de vibration, avec le caoutchouc au contraire il n'y avait d'élévation de température que tout auprès du point d'attache sur le tube de verre, ce qui démontre combien cette substance transmet mal les mouvements vibratoires qui lui sont imprimés.

Entre tous les corps sur lesquels M. Warburg a opéré, le verre est le seul avec lequel il n'a pu observer la moindre élévation de température, les tubes sur lesquels il opérait se sont tous cassés avant que les mouvements vibratoires eussent

acquis l'intensité nécessaire pour produire une chaleur appréciable.

Vibrations transversales.

Une fois ce point bien établi que les dilatations et contractions successives qui se produisent aux nœuds des vibrations longitudinales sont accompagnées en ces points-là d'un développement de chaleur assez considérable, l'on pouvait s'attendre à constater une élévation de température tout à fait comparable dans les ventres aussi bien qu'aux nœuds de vibration, dans le cas d'un ébranlement transversal qui produit les mêmes dilatations et contractions alternatives, et en effet c'est ce qui a eu lieu.

Dans ce second cas l'auteur se bornait, pour faire vibrer transversalement une tige de la substance à étudier, à fixer celle-ci sur un diapason de manière à ce qu'elle formât le prolongement d'une des branches de ce diapason. Au lieu d'une tige il employait souvent, le plus souvent même, un simple fil métallique ou un petit tube à parois très-minces. Dans ces conditions-là, il put constater pendant la production du son un échauffement très-notable pour les substances suivantes: caoutchouc, plomb, laiton, cuivre, fer et acier, échauffement tout à fait équivalent à celui qui avait été observé dans les expériences précédentes. Comme cela devait être, l'échauffement fut le même aux ventres qu'aux nœuds de vibration; même avec le caoutchouc la température a paru être plus élevée aux ventres, c'est en ces points-là en effet que l'ébranlement moléculaire doit être le plus intense.

En dernière analyse il demeure donc acquis par ces expériences:

1° *Que tout corps solide rendant un son s'échauffe pendant toute la durée de ce son par le fait de la transformation de la force vive initiale qui lui a été communiquée en travail intérieur et en chaleur*, à condition cependant que l'intensité du mouvement vibratoire de ce corps soit suffisamment grande,

car il suit aussi de ce qui a été dit plus haut que la quantité de chaleur produite diminue très-rapidement avec l'amplitude du mouvement oscillatoire.

2° *L'élévation de température produite de la sorte par un corps vibrant est d'autant plus forte que le son qu'il rend est plus vite éteint, ou qu'il étouffe plus vite le son rendu par d'autres corps avec lesquels il se trouve relié.* L'échauffement le plus fort ne coïncide pas en général avec une chaleur spécifique plus faible, c'est donc là en tous cas une cause qui ne joue qu'un rôle tout à fait secondaire dans le phénomène.

3° *Cette élévation de température est aussi d'autant plus grande que la vitesse avec laquelle la substance considérée transmet le son est plus petite.* Elle est la plus forte dans le caoutchouc dans lequel la vitesse du son ne dépasse pas 40^{m}. Cela tient évidemment à ce que la longueur d'onde diminue dans la même proportion que la vitesse du son et que les contractions et dilatations atteignent une plus grande intensité dans les ondes plus courtes que dans les ondes plus longues. E. S.

G. Quincke. Ueber die Capillaritætsconstanten, etc. Sur les constantes de capillarité des corps fondus. (*Pogg. Ann.*, tome CXXXV, p. 621.)

Dans un précédent travail[1] dont il a déjà été rendu compte ici, M. Quincke considérant que la ténacité des fils métalliques dépend non-seulement de leur section, mais aussi de leur surface, avait cherché à établir que la tension qui existe à la surface des liquides se retrouve également à la surface des solides. Partant de là, il avait ensuite cherché quelle serait d'après les expériences de Karmarsch sur la ténacité des mé-

[1] *Poggend. Ann.*, tome CXXXIV, p. 356 ; *Monatsberichte der Königl. Akad. der Wissenschaften zu Berlin*, février 1868, et *Archives des Sciences physiques et naturelles*, tome XXXII, p. 228.

taux la constante de capillarité de ces mêmes métaux, c'est-à-dire la tension existante sur 1^{mm} de leur surface, qui est aussi la mesure de leur cohésion.

Dans ce dernier mémoire l'auteur reprend la même question, seulement avec une méthode toute différente ; il mesure cette fois la tension existante non plus à la surface des corps solides, mais à la surface de ces mêmes corps à l'état de fusion laquelle lui est donnée directement par le poids des gouttes tombant une à une pendant la fusion. Dans son premier travail il avait déjà exécuté quelques mesures de cette nature.

Pour déterminer les constantes de capillarité des corps fondus, M. Quincke prend des tiges minces ou de simples fils d'une substance donnée, l'introduit dans une petite flamme de gaz d'éclairage ou dans la flamme d'un chalumeau à gaz oxygène et hydrogène de manière à ce qu'elle entre lentement en fusion, puis estime le poids des gouttes tombant de la sorte une à une, et ce poids divisé par le périmètre de la tige ou du fil lui donne la constante de capillarité α.

Les *métaux non oxydables* et le *verre* étaient introduits directement dans la flamme. Les *métaux facilement oxydables*, ainsi que le *selenium* et le *phosphore*, avaient été préalablement fondus et introduits dans un tube de verre se terminant à sa partie inférieure en un petit entonnoir ; et même pour toutes les substances constituant cette seconde catégorie, à l'exception du zinc et de l'étain, on avait soin de faire tomber les gouttes sortant une à une de ce tube de verre dans une atmosphère d'acide carbonique, à l'aide de laquelle on évitait que la goutte se couvrît pendant sa formation, d'une mince couche d'oxyde, comme cela aurait eu lieu dans l'air.

La constante de capillarité du brôme fut déduite de la hauteur à laquelle il s'élève dans un tube de $0^{mm},208$ de diamètre, plongeant dans un mélange réfrigérant de neige et de sel marin ; on verra tout à l'heure pourquoi l'auteur a

préféré la valeur ainsi obtenue à celle bien plus faible que l'on trouve en opérant à la température ordinaire.

Les *sels* étaient disposés sur un fil de platine d'un diamètre déterminé, puis introduits dans une flamme de gaz d'éclairage ou dans le dard d'un chalumeau à air. Il se formait ainsi à l'extremité du fil de platine une perle de sel fondu, à laquelle on ajoutait petit à petit de nouvelles quantités de substance, jusqu'à ce que la perle vint à tomber et elle était reçue alors sur une petite feuille de platine pour être ensuite pesée. Un certain nombre de substances ainsi introduites dans la flamme destinée à les fondre, se décomposent avant d'entrer complétement en fusion, c'est le cas en particulier des chlorures métalliques.

Nous donnons ici le tableau des différentes valeurs que l'auteur a trouvées pour les constantes de capillarité des corps fondus. Celle de l'eau a été déduite de la hauteur à laquelle elle s'élève dans des tubes de verre de 50^{mm} de diamètre, celle du mercure du poids des gouttes de mercure. Enfin pour le soufre, l'auteur a pris la valeur indiquée par Frankenheim, pour la cire la valeur donnée par Wertheim.

Ce tableau contient outre les valeurs de α, celles de a^2 et de a, a étant la hauteur à laquelle un liquide ou un corps fondu s'élève contre une paroi qu'il mouille. Ces différentes valeurs de a ont été déduites de celles de α par la formule

$$a^2 = \frac{2\alpha}{\sigma}$$

σ étant le poids spécifique de la substance considérée à son point de fusion. L'auteur a évalué lui-même les poids spécifiques à 0° des différentes substances sur lesquelles il a opéré, puis il en a déduit les valeurs de σ et celles de a, lesquelles cependant ne sont exactes qu'approximativement par le fait de l'incertitude qui règne encore sur le coefficient de dilatation d'un certain nombre de ces substances, sur la température de leur fusion, et la dilatation qu'elles subissent pendant cette fusion.

Constantes de capillarité des corps fondus.

SUBSTANCES.	Point de fusion.	σ_0	σ	α en mgr.	a^2 mm.carrés	a millim.
Platine	(2000)°	20,033	18,915	169,04	17,86	4,227
Palladium	(1950)	11,4	10,8	(136,4)	25,26	5,026
Or	1200	18,002	17,099	100,22	11,71	3,423
Zinc (dans CO_2)	360	7,119	6,900	87,68	25,42	5,042
Zinc (dans l'air)	360	7,119	6,900	82,79	24	4,899
Cadmium (dans CO_2)	320	8,627	8,394	70,65	16,84	4,103
Etain	230	7,267	7,144	59,85	16,75	4,094
Mercure	—40	13,596		58,79	8,646	2,941
Plomb (dans CO_2)	330	11,266	10,952	45,66	8,339	2,887
Argent	1000	10,621	10,002	42,75	8,549	2,923
Bismuth (dans CO_2)	265	9,819	9,709	38,93	8,019	2,831
Potassium (id.)	58	0,865		(37,09)	85,74	8,768
Sodium (id.)	90	0,972		25,75	52,97	7,278
Antimoine (id.)	432	6,620	6,528	24,92	7,635	2,764
Borax	(1000)	2,6	2,5	21,60	17,28	4,254
Carbonate de soude	(1000)	2,509	2,45	20,96	17,11	4,136
Acide phosphorique		2,502	2,45	20,57	16,79	4,098
Chlorure d'argent		5,55	5,5	19,01	6,911	2,629
Verre	(1100)	2,452	2,380	18,09	15,21	3,899
Carbonate de potasse	1200	2,300	2,2	16,33	14,82	3,846
Chlorure de calcium		2,219	2,15	15,31	14,24	3,774
Chlorure de lithium		1,998		12,07	12,10	3,478
Chlorure de sodium		2,092	2,04	11,63	11,40	3,377
Acide borique	(1300)	1,83	1,75	10,69	12,22	3,495
Azotate de potasse	339	2,059	2,04	9,954	9,759	3,124
Chlorure de potassium		1,932	1,870	9,516	10,18	3,19
Eau	0	1	1	8	16	4
Selenium	217	4,3	4,2	7,180	3,419	1,849
Brôme	—21	3,187	3,25	6,328	3,895	1,973
Soufre	111	2,033	1,966	4,207	4,280	2,068
Phosphore	43	1,986	1,833	4,194	4,575	2,140
Cire	68	0,963		3,40	7,061	2,657

De ce tableau l'auteur croit pouvoir conclure que les différents corps se partagent en un certain nombre de groupes dans lesquels la valeur de la constante a^2 est à très-peu de

chose près la même, et de plus que les valeurs de a^2 dans ces différents groupes sont les multiples de 4,3.

1e groupe.	
$a^2=4,3$	
Selenium	3,42
Brôme	3,90
Soufre	4,28
Phosphore	4,58
2me groupe.	
$a^2=8,6$	
Mercure	8,65
Plomb	8,34
Argent	8,55
Bismuth	8,02
Antimoine	7,63
Cire	7,06
3me groupe.	
$a^2=12,9$	
Or	11,71
Chlorure de lithium	12,10
Chlorure de sodium	11,40
Acide borique	12,22
4me groupe.	
$a^2=17,2$	
Platine	17,86
Cadmium	16,84
Étain	16,75
Borax	17,28
Carbonate de soude	17,11
Acide phosphorique	16,79
Verre	15,21
Carbonate de potasse	14,82
Chlorure de calcium	14,24
Eau	16
6me groupe.	
$a^2=25,8$	
Palladium	25,26
Zinc	25,42
12me groupe.	
$a^2=51,6$	
Sodium	52,97
20me groupe.	
$a^2=86$	
Potassium	85,74

Or $\frac{\alpha}{\sigma}$ ou $\frac{a^2}{2}$ est la mesure de l'attraction exercée sur l'unité de surface du liquide par une masse intérieure 1 de ce même liquide et que M. Quincke appelle la cohésion spécifique.

Il énonce alors comme suit la loi qu'il croit pouvoir déduire du tableau ci-dessus.

Les cohésions spécifiques des métaux et de beaucoup d'autres substances à l'état de fusion sont entre elles comme les nombres simples 1, 2, 3, etc.

Ou encore puisque a^2 est égal aussi au volume des gouttes qui tombent d'un tube de 2^{mm} de périmètre.

Lorsque des métaux fondus ou d'autres substances s'écoulent goutte à goutte de tubes qui ont le même diamètre, les volumes de ces gouttes sont entre eux comme les nombres simples 1, 2, 3, etc. E. S.

J.-L. Soret. Sur la polarisation de la lumière bleue de l'eau[1]. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, séance du 19 avril 1869.)

J'ai été conduit, à propos d'autres recherches, à m'occuper d'une question que l'on a souvent discutée, celle de savoir si la coloration bleue de l'eau est due au liquide lui-même, ou à des particules solides en suspension. Une récente publication de M. Tyndall sur la polarisation de la lumière du ciel, et ses belles expériences sur les propriétés optiques des substances à l'état de nuage[2], m'ont suggéré l'idée que, si la teinte bleue de l'eau est produite, au moins partiellement, par des particules solides en suspension, cette coloration doit être accompagnée de phénomènes de polarisation comparables à ceux qui caractérisent la lumière du ciel. C'est, en effet, ce que j'ai observé sur l'eau du lac de Genève, dont la belle couleur est bien connue, et, sans vouloir tirer de là une conclusion absolue, il me paraît que cette analogie entre la lumière du ciel et celle de l'eau présente quelque intérêt[3].

[1] Je me borne pour le moment à reproduire la présente note qui a paru dans les *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, en y ajoutant seulement quelques observations J'espère pouvoir prochainement insérer dans les *Archives* une publication plus étendue sur ce sujet. L. S.

[2] *Archives*, février 1869, tome XXXIV, p. 156.

[3] Mon intention, dans cette note, a été surtout d'établir l'analogie existant entre la lumière du ciel et celle de l'eau au point de vue de la polarisation, fait qui, à ma connaissance du moins, n'avait pas été précédemment observé. Quant aux considérations que l'on pourrait en tirer sur la cause de la coloration de l'eau, elles seraient

L'appareil dont je me suis servi pour constater ce fait se compose simplement d'une sorte de lunette dont l'*objectif* est formé d'une lame de verre à faces parallèles, qui ferme hermétiquement le tube de la lunette de manière qu'on puisse en plonger l'extrémité dans l'eau, sans que celle-ci pénètre dans l'intérieur. L'*oculaire* est formé d'un prisme de Nicol. On comprend qu'en introduisant dans l'eau l'extrémité objective de la lunette, l'œil placé à l'autre extrémité reçoit

peut-être prématurées. Toutefois les phénomènes de polarisation que je décris ici me semblent favorables à l'hypothèse déjà ancienne que cette coloration est due, au moins en partie, à la présence de particules solides très-ténues en suspension dans l'eau.

Le journal L'*Institut* (n° du 21 avril 1869) fait à ce propos l'objection suivante : « Cette vue ne paraît pas concorder avec le fait que la « coloration bleue est d'autant plus intense que l'eau est plus calme « et plus limpide. » — On peut répondre en rappelant les belles observations de M. Tyndall qui ont été le point de départ de mes recherches : elles ont fait connaître que, dans les gaz, c'est seulement lorsque les particules en suspension sont extrêmement ténues qu'il y a coloration bleue et polarisation complète ; si les particules sont plus grossières, la coloration passe au blanc, et les phénomènes de polarisation disparaissent ou se modifient beaucoup. Ne peut-on pas présumer par analogie que plus l'eau est limpide, c'est-à-dire que plus les particules restant encore en suspension sont petites, plus la coloration bleue doit être prononcée ? — Maintenant, est-ce à cette cause seule que l'on doit attribuer la teinte bleue de l'eau ? c'est ce que je ne pourrais prendre sur moi d'affirmer.

D'après le même numéro de L'*Institut*, M. Dumas qui a eu l'obligeance de présenter ma communication à l'Académie, y a ajouté l'intéressante observation « que dans les bassins de Ménilmontant, où « l'on reçoit les eaux de la Dhuys, on peut observer la coloration « bleue que présente l'eau des lacs de la Suisse. L'eau de ces bassins « est très-claire, très-transparente, et présente une teinte bleue très- « prononcée. » — Je crois, en effet, que la coloration bleue doit appartenir à toutes les eaux suffisamment limpides, si elles ne tiennent pas en dissolution des substances colorées. Si je ne me trompe, M. H. Sainte-Claire Deville a remarqué que les eaux, dont le résidu d'évaporation est blanc, ont une teinte bleue, et que celles dont le résidu est jaune ont une teinte verte.

la lumière bleue émise par l'eau, et qu'en faisant tourner le prisme de Nicol, on peut analyser cette lumière et reconnaître si elle est polarisée.

Les rayons solaires tombant sur la surface de l'eau y pénètrent en restant parallèles les uns aux autres, si du moins la surface de séparation des deux milieux est parfaitement plane, c'est-à-dire si le temps est complétement calme. Donc, si, en se plaçant dans un bateau, on dirige l'axe de la lunette perpendiculairement à la direction de ces rayons réfractés, on se trouve dans des conditions analogues à celles où l'on observe le maximum de polarisation de la lumière du ciel, c'est-à-dire quand on le regarde à angle droit du soleil.

En opérant de cette manière, dans un endroit où la profondeur du lac était suffisante pour que l'on ne pût pas voir le fond, j'ai reconnu une polarisation bien marquée. Le plan de polarisation passe par l'axe de la lunette et le soleil [1].

En écartant de plus en plus la lunette de la direction perpendiculaire aux rayons solaires, la polarisation devient de moins en moins prononcée, et ne tarde pas à disparaître complétement. Toutefois, je n'ai pu déterminer jusqu'ici si c'est lorsque l'axe de la lunette et les rayons solaires font ensemble un angle de 90 degrés exactement, que le maximum de polarisation se manifeste.

Il est facile de comprendre que le phénomène est ici plus complexe que pour la lumière du ciel.

En premier lieu, il est évident que, si la surface de l'eau est agitée, les rayons solaires, après leur réfraction, ne sont pas parallèles ; par conséquent, le phénomène sera d'autant moins marqué que l'eau sera moins calme. C'est, en effet, ce que j'ai remarqué. La première fois que j'ai essayé mon appareil, le vent étant assez fort, je n'ai pas vu de polarisation

[1] Depuis les premières observations relatées ici, j'ai trouvé qu'en interposant une lame de quartz sur le passage des rayons avant leur arrivée au prisme de Nicol, on peut constater la polarisation de la lumière par la coloration bien nette qui se manifeste.

sensible, ce qui tenait peut-être aussi à ce que, dans les jours précédents, le vent du nord avait violemment soufflé et que, par suite, l'eau était un peu trouble. Dans deux autres jours d'observation, le lac étant très-peu agité, la polarisation était bien marquée. Enfin, un jour de calme presque parfait, elle était aussi franche que celle du ciel, qui, il est vrai, n'était pas très-bleu à ce moment.

En second lieu, les rayons solaires qui ont pénétré dans l'eau sont partiellement polarisés par réfraction, et il est facile de voir que, quand l'axe de la lunette est dans le plan vertical passant par le soleil, c'est-à-dire dans la position la plus commode pour l'observation, les rayons déjà polarisés par réfraction doivent être éteints au lieu d'être renvoyés par l'eau[1].

Enfin la lumière solaire directe n'est pas la seule qui arrive dans l'eau : il s'y joint de la lumière diffuse, qui provient de toutes les directions, et qui doit donner lieu, lorsqu'elle est renvoyée par l'eau, à une infinité de rayons polarisés dans des plans différents. Par un temps couvert, je n'ai pas obtenu de traces de polarisation.

J'espère pouvoir compléter ces observations, soit par l'emploi d'une lumière artificielle, soit en les étendant à d'autres eaux que celles du lac Léman[2].

[1] Comme dans l'expérience de M. Tyndall, où un nuage bleu est éclairé par un faisceau de lumière déjà polarisée. *Archives*, *loc. cit.*, page 163.

[2] Dans quelques essais très-récents, j'ai reconnu qu'un faisceau de lumière dirigé au travers d'une masse d'eau (eau du lac amenée par les conduites de la ville de Genève, même lorsqu'elle est filtrée), y produit une trace lumineuse présentant une polarisation remarquable et tout à fait comparable à celle qui se manifeste dans les gaz tenant des corpuscules en suspension. Ce phénomène avait été observé avant moi, sur différents liquides, par M. Tyndall ; il m'en avait informé par une lettre particulière.

CHIMIE.

H. Topsoe. Recherches cristallographiques et chimiques sur les sels doubles haloïdes du platine. *(Oversigt over det kong. Danske Vidensk. Selskabet Forhandlingar*, 1868, nos 3 et 4.)

Ce mémoire renferme la description et l'analyse d'un grand nombre de sels doubles formés par le bichlorure et le bibromure de platine. Nous en donnerons un résumé très-sommaire.

Chloroplatinate de plomb, $PtCl^4$, $PbCl^2 + 3H^2O$. Cristaux cubiques, d'un jaune clair, assez durs, décomposés par l'eau chaude en excès, avec séparation de chlorure de plomb.

Chloroplatinate de baryte, $PtCl^4$, $BaCl^2 + 4H^2O$. Prisme rhomboïdal oblique.

$$a : b : c = 0{,}948 : 1 : 1{,}48 \quad ac = 77^\circ\ 40'.$$

Chloroplatinate de chaux, $PtCl^4$, $CaCl^2 + 9H^2O$. Cristaux jaune clair, légèrement déliquescents, mamelonnés ou lamellaires, non déterminés.

Chloroplatinates des métaux magnésiens, $PtCl^4$, $MeCl^2 + 6H^2O$. Quelques-uns de ces sels avaient été déjà obtenus par Bonnsdorff. Ils sont tous très-solubles, celui de cuivre est même déliquescent. Leur couleur est généralement jaunâtre.

L'auteur a préparé ceux de magnésie, de manganèse, de fer, de nickel, de cobalt, de zinc, de cadmium et de cuivre. Ils sont tous parfaitement isomorphes ; cristallisant en prismes hexagonaux réguliers terminés par un rhomboèdre dont l'angle est très- voisin de 127°, et qu'accompagne souvent le rhomboèdre inverse.

Les chloroplatinates de magnésie et de manganèse peuvent aussi être obtenus, par l'évaporation à la température ordinaire, avec 12 équivalents d'eau de cristallisation au lieu de 6. Dans ce cas ils présentent encore la forme de prismes

hexagonaux terminés par un rhomboèdre combiné avec son inverse. Mais alors l'angle du rhomboèdre primitif est de 113° 40.

Bibromure de platine, $Pt\,Br^4$, $2\,HBr + 9\,H^2O$. Cristaux prismatiques obliques, d'un rouge cramoisi, très-déliquescents. Ce sel ne peut, pas plus que le chlorure correspondant, être obtenu à l'état neutre. Il se décompose déjà à 100° en perdant de l'eau, de l'acide bromhydrique et du brôme et passe peu à peu à l'état de protobromure.

Lorsqu'on dissout le platine dans un mélange d'acide bromhydrique et d'acide azotique en excès, on obtient un produit pulvérulent d'un brun foncé, à éclat métallique, formé de petits cristaux cubiques, et dont la composition, exprimée par la formule $Pt\,Br^4$, $2\,Az\,OBr$, correspond à celle du composé chloré analogue obtenu par M. Jorgensen.

Bromoplatinate d'ammoniaque, $Pt\,Br^4$, $2\,Az\,H^4Br$. Poudre cristalline orangée, ou, par dissolution dans 200 parties d'eau, cristaux éclatants d'un rouge cramoisi. Octaèdre régulier, avec facettes cubiques.

Bromoplatinate de soude, $Pt\,Br^4$, $2\,Na\,Br + 6\,H^2O$. Prisme oblique non symétrique, isomorphe avec le chloroplatinate correspondant.

Bromoplatinates de baryte et de strontiane, sels à 10 équivalents d'eau; cristaux cramoisis, très-tendres, un peu déliquescents.

Le bromoplatinate de chaux contient 12 équivalents d'eau, celui de plomb est anhydre, celui de cuivre renferme 8 équivalents d'eau. Ils ont été obtenus en cristaux, mais leurs formes n'ont pu être déterminées.

Le bromoplatinate de nickel, $Pt\,Br^4$, $Ni\,Br^2 + 6\,H^2O$, est le seul qui ait été obtenu dans la série magnésienne avec la proportion d'eau et la forme (hexagonale avec rhomboèdre de 127° 34) qui caractérisent les chloroplatinates de ce groupe.

Les bromoplatinates de magnésie, de manganèse, de zinc

et de cobalt cristallisent avec 12 équivalents d'eau en gros cristaux rouge cramoisi, fort solubles, isomorphes avec les chloroplatinates correspondants, prismes hexagonaux avec rhomboèdres de 114° environ.

Ces recherches confirment l'analogie indiquée par M. Jorgensen entre les chloroplatinates et les chlorostannates. Ce savant avait établi en effet que les chlorostannates de magnésie, de manganèse, de nickel et de cobalt cristallisent, avec six équivalents d'eau, en prismes hexagonaux terminés par des rhomboèdres de 128° environ.

S'appuyant sur l'isomorphisme parfait de ce groupe de composés rhomboédriques avec celui des fluosilicates, fluotitanates et fluostannates de la série magnésienne, ainsi que sur celui que l'on observe également entre les chloroplatinates et les bromoplatinates alcalins du système régulier et les fluosilicates correspondants, l'auteur conclut que ces faits prouvent d'une manière incontestable que le platine, et peut-être quelques autres métaux voisins, doivent être considérés comme appartenant à la série du silicium et de l'étain.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Dr W. Marcet. Sur le fausset ou les sons de tête de la voix humaine. (*Philosophical Magazine*, avril 1869.)

D'après la théorie de M. J. Müller, fondée sur de nombreuses expériences, la voix humaine résulte du jeu d'un appareil assez semblable à un instrument à anche. La soufflerie est représentée par toute la portion des organes respiratoires située au-dessous des cordes vocales, tandis que le larynx, la bouche, le nez même forment un tuyau ramifié, dont l'effet est de modifier et de renforcer les sons produits par les vibrations des cordes vocales. Ces dernières, formées par deux replis de la muqueuse du larynx et bordées par une bande étroite de tissu élastique, se tendent ou se déten-

dent, se rapprochent ou s'éloignent l'une de l'autre sous l'action de divers muscles agissant, soit latéralement, soit dans le sens antéro-postérieur. M. Müller a démontré, en outre, que la hauteur des sons dépend du degré de tension des cordes vocales, ainsi que de la force du courant d'air qui les fait vibrer, comme cela a lieu pour les languettes d'un instrument à anche. Restait cependant un point obscur : on ne s'expliquait pas bien pourquoi certaines personnes ont la faculté de produire à volonté deux registres de sons, dont les uns, normaux, correspondent à ce qu'on appelle la voix de poitrine, tandis que les autres, harmoniques des premiers, constituent la voix de tête ou le fausset.

Suivant M. Müller, les sons de la voix de poitrine se produisent lorsque les cordes vocales vibrent dans toute leur largeur, tandis que les notes de tête résulteraient de la vibration des bords seulement de ces cordes. M. Helmholz suppose, en outre, l'existence d'une faculté d'adaptation, au moyen de laquelle celui qui veut produire des notes de tête réussirait à augmenter la rapidité des vibrations des bords des cordes, en les débarrassant de leurs mucosités. Des observations toutes récentes, faites au moyen d'un laryngoscope perfectionné, ont conduit le Dr Marcet à chercher l'explication de ces mêmes faits dans un tout autre ordre d'idées. Voici comment il rend compte lui-même du fait dont il s'agit :

« Mon attention fut attirée sur ce sujet par la singularité de la voix d'un de mes malades de l'hôpital des phthisiques de Brompton. Chez cet homme la voix de poitrine était absolument nulle ; il ne parlait qu'avec une voix de tête composée uniquement de sons harmoniques. Son larynx, examiné au laryngoscope pendant qu'il parlait, présentait une particularité remarquable. La corde vocale de gauche, courbée depuis son milieu, ne se trouvait en contact avec la corde de droite que par sa moitié antérieure, de sorte que cette moitié antérieure pouvait seule être mise en vibration par

l'effet du souffle expulsé des poumons. Par l'application, au moyen d'un pinceau, de certaines solutions toniques, je réussis à ramener les cordes à se toucher sur toute leur longueur, et aussitôt le patient reprit la véritable voix de poitrine, à tel point que des personnes qui se trouvaient dans la chambre voisine étaient convaincues que ce n'était plus le même homme qui parlait. L'effet produit ne fut pas permanent; le patient perdait de nouveau au bout de quelque temps la voix de poitrine, que je suis parvenu cependant à lui rendre chaque fois au moyen des mêmes applications. Je le perdis ensuite de vue pour plusieurs semaines, pendant lesquelles il m'assura que sa voix était restée bonne; mais au bout de ce temps le retour de la voix de tête me le ramena. L'inspection laryngoscopique me montra que cette fois le relâchement des cordes vocales résidait, non plus dans leurs parties postérieures, mais bien dans leurs moitiés antérieures qui ne pouvaient plus se joindre pendant l'acte de la phonation. L'application d'une solution d'iode dans l'alcool ramena encore cette fois la voix de poitrine, en rétablissant de nouveau le contact sur toute la longueur des cordes.

Suivant le Dr Marcet, ce cas curieux serait de nature à modifier notablement les idées reçues sur le mode de vibration des cordes vocales. Il se croit autorisé à considérer le bord extrême de chaque corde vocale comme une sorte de corde de violon, susceptible de vibrer transversalement sur le plan antéro-postérieur dans lequel elle serait tendue, tandis que la corde vocale, prise dans sa largeur tout entière, vibrerait comme une languette de anche tendue transversalement et dans le sens de sa largeur. On conçoit que dans cette hypothèse, les bords des cordes vibrant dans le plan antéro-postérieur, pourraient se diviser en portions entrant en vibration séparément, et fournissant des sons harmoniques ou faussets. Ces sons harmoniques deviendraient dominants, lorsqu'un relâchement d'une portion des cordes vocales diminuerait l'intensité des sons fondamentaux produits par celles-

ci vibrant dans le sens de leur largeur. C'est ce qui aurait eu lieu dans le cas pathologique mentionné plus haut. Par contre, dans les cas de production volontaire des notes de tête, ainsi que cela se voit chez certains chanteurs suisses et tyroliens, il faudrait supposer une faculté, naturelle ou acquise d'adaptation par laquelle le chanteur parviendrait à raccourcir la longueur de la partie vibrante de ses cordes vocales, ou a diminuer leur tension dans le sens de la largeur. La complaisance de l'un des chanteurs tyroliens établis dans ce moment à Londres, et qui a bien voulu se prêter à un examen laryngoscopique pendant qu'il chantait de la voix de tête, a permis à l'auteur de vérifier jusqu'à un certain point l'opinion émise ci-dessus. Malgré l'extrême irritabilité de la gorge de cet artiste, ce qui rendait difficile toute observation un peu prolongée, le Dr Marcet a pu cependant réussir à le faire chanter, le miroir laryngoscopique dans la bouche, et constater par l'observation directe, que ses cordes vocales se raccourcissaient dans le sens antéro-postérieur toutes les fois qu'il émettait ces notes de tête si remarquables chez les artistes de cette catégorie.

BOTANIQUE.

Anderson-Henry. Hybridation entre espèces végétales.

Les *Transactions de la Société botanique d'Edimbourg* (vol. IX, part. 2) publient le discours ou plutôt le mémoire lu par le président de cette Société, le 14 novembre 1867, sur les hybrides proprement dits, c'est-à-dire entre espèces et non entre variétés (métis). L'auteur a fait des expériences depuis vingt-cinq ans, et, comme il le dit lui-même, les observations si curieuses de M. Darwin sur la fécondation des orchidées et des plantes à étamines inégales ont donné à ses derniers travaux une direction plus scientifique, dont les résultats ont plus d'intérêt. M. Anderson-Henry constate d'abord qu'il a vérifié les assertions de M. Darwin sur les fleurs

dimorphes de *Primula* et de *Linum* et qu'il les a trouvées parfaitement exactes. D'un autre côté il n'est pas toujours arrivé aux mêmes conclusions que M. Wichura, quand aux hybrides du genre *Salix*.

Après quelques détails sur la manière d'opérer, M. Anderson-Henry parle de la durée des facultés fécondantes du pollen. Celui des *Rhododendron* s'est trouvé bon après avoir été deux mois dans un portefeuille de poche. De même pour le pollen des *Lilium* du Japon. Du pollen de certains *Clematis* hybrides s'est trouvé bon après onze mois. L'auteur conseille de faire venir des pollens de l'Inde, du Cap ou d'autres pays éloignés, dans des lettres ordinaires, pour féconder les espèces analogues des jardins d'Europe.

D'après Wichura, les hybrides des saules sont semblables entre deux espèces, lorsque l'une a servi de père et l'autre de mère ou inversement. M. Anderson-Henry ne l'a pas trouvé ainsi, du moins dans d'autres genres. Il a vu ordinairement la forme de la mère prédominer. Dans les *Rhododendron* de l'Inde, il a vu souvent une espèce en féconder aisément une autre, mais celle-ci ne pouvoir absolument pas féconder la première, ce qui empêchait de vérifier la prétendue similitude des hybrides A sur B et B sur A. Les *Rhododendron* et les *Azalea* présentent des étamines d'inégale longueur. M. Anderson-Henry recommande de prendre le pollen sur les petites étamines quand on veut féconder une petite espèce par une grande, et vice-versa de prendre sur les grandes étamines quand on veut féconder une grande espèce par une petite. Il donne quelques exemples à l'appui, mais les expériences ne nous paraissent pas assez probantes, soit parce que les fécondations avec les petites et les grandes étamines n'ont pas été comparatives, soit parce que plusieurs des plantes employées étaient déjà des hybrides, de manière que les produits rentraient dans la catégorie des métis ou des quarterons.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1869.

Le 1er, gelée blanche le matin; faible lumière zodiacale dans la soirée.

2 et le 3, gelée blanche le matin.

4, toute la journée fort vent du SSO., les plus violents coups de vent ont eu lieu dans la nuit du 3 au 4; quelques flocons de neige à plusieurs reprises; couronne solaire dans l'après-midi.

5, bise assez forte dans la journée de 10 h. à 6 h.

6, gelée blanche le matin; de 9 h. à 9 h. 15 m. on voit l'arc tangent supérieur et les deux parhélies sur le halo ordinaire; faible halo solaire dans l'après-midi.

7, gelée blanche le matin; halo solaire le matin à 6 h.

8, rosée le matin; halo solaire depuis le lever du soleil jusqu'à midi.

9, halo solaire depuis 6 h. à midi et demi.

10, rosée le matin, halo solaire de 1 h. 30 m. à 4 h.

11 et 12, rosée le matin; le 12, tonnerres au SSE. de 2 h. 10 m. à 2 h. 35 m.

13 et 14, rosée le matin; le 14, depuis 3 h. 50 m. à 4 h. 5 m. on voit le parhélie à la gauche du soleil et une partie de l'arc tangent supérieur au halo ordinaire; dans l'après-midi couronne solaire à plusieurs reprises.

15, tonnerres au Sud de 2 h. 25 m. à 2 h. 35 m.

17, il a neigé la nuit précédente sur les montagnes des environs jusqu'à la hauteur du Grand Salève.

18, à 3 h. faible halo solaire.

20, halo solaire partiel de 1 h. 45 m. à 2 h. 15 m.

22, gelée blanche le matin, minimum + 2°.

23, rosée le matin; halo solaire depuis 4 h. 30 jusqu'au coucher du soleil; halo lunaire dans la soirée.

24, halo solaire de 6 h. 30 m. à midi 30 m.; éclairs et tonnerres dans l'après-midi de 2 h. 10 m. à 3 h. 6 m., l'orage passe du NO. au SE., les plus fortes décharges ont lieu vers 2 h. 30 m., elles sont suivies d'une forte averse; dans la soirée éclairs continuels du côté du sud.

26, bise assez forte pendant toute la journée.

27, forte rosée le matin; faible halo solaire à plusieurs reprises dans la journée.

29, rosée le matin; on voit le soir la lumière zodiacale jusqu'à 10 h.

30, lumière zodiacale, comme la veille, jusqu'à 10 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 8 h. matin	723,49	Le 4 à 6 h. matin	714,48
6 à 10 h. matin	733,50	9 à 6 h. soir	727,72
13 à 6 h. matin	736,14	17 à 2 h. 30 m. après-midi	714,15
21 à 8 h. matin	731,05	24 à 2 h. 15 m. après-midi	727,37
25 à 10 h. matin	730,00	26 à 6 h. soir	726,07
28 à 8 h. matin	730,94	30 à 6 h. soir	721,26

Jours du mois.	Baromètre.		Température C.				Tension de la vap.		Fract. de saturation en millièmes.				Pluie ou neige		Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône		Limnimètre à 11 h.
	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale.	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la tension normale.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Eau tomb. d les 24 h.	Nomb. d'h.			Midi.	Écart avec la temp. normale.	
	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.					mm.				o		cm.
1	718,87	— 5,53	+ 5,38	—1,38	+ 0,7	+12,1	4,04	—1,12	640	— 83	410	800	...	...	variable	0,32	6,9	— 0,4	97
2	721,29	— 3,11	+ 4,60	—2,30	— 2,1	+11,0	3,98	—1,23	662	— 60	420	960	...	...	N. 1	0,33	7,3	— 0,1	95
3	721,33	— 3,07	+ 6,45	—0,58	— 1,0	+14,1	4,34	—0,92	636	— 85	380	930	...	...	SSO. 1	0,26	7 8	+ 0,3	95
4	717,58	— 6,82	+ 3,74	—3,43	+ 2,0	+ 8,3	3,74	—1,57	670	— 51	490	780	1,7	1	SSO. 2	0,87	—	—	95
5	726,59	+ 2,18	+ 5,17	—2,13	+ 1,3	+ 9,1	4,30	—1,05	681	— 39	430	890	...	...	NNE. 2	0,56	6,3	— 1,3	95
6	732,71	+ 8,30	+ 7,40	—0,04	— 0,3	+14,0	4,78	—0,62	644	— 75	410	850	...	...	N. 1	0,13	6,7	— 1,0	95
7	731,57	+ 7,16	+ 8,36	+0,79	+ 1,5	+18,3	5,73	+0,28	718	0	470	920	...	...	N. 1	0,37	7,3	— 0,5	95
8	729,37	+ 4,96	+10,33	+2,62	+ 3,1	+17,1	5,87	+0,37	649	— 69	410	910	...	...	N. 1	0,34	8,1	+ 0,3	95
9	728,76	+ 4,34	+12,90	+5,05	+ 6,9	+19,0	6,40	+0,85	615	—102	390	870	...	...	N. 1	0,24	8,8	+ 0,9	95
10	729,22	+ 4,80	+12,33	+4,34	+ 5,6	+18,8	7,23	+1,63	695	— 21	460	900	...	...	N. 1	0,22	9,1	+ 1,1	94
11	731,65	+ 7,23	+14,54	+6,41	+ 8,6	+21,2	7,19	+1,54	622	— 93	400	780	...	...	N. 1	0,26	—	—	95
12	735,16	+10,74	+13,54	+5,27	+ 6,8	+21,3	7,16	+1,47	649	— 65	410	920	...	...	N. 1	0,20	10,3	+ 2,1	97
13	734,58	+10,16	+14,24	+5,83	+ 6,8	+21,7	7,14	+1,40	627	— 87	380	890	...	...	N. 1	0,06	12,0	+ 3,7	98
14	730,04	+ 5,61	+14,81	+6,26	+ 7,0	+22,1	6,90	+1,11	585	—128	350	850	...	...	SSO. 1	0,36	12,6	+ 4,2	102
15	724,45	+ 0,02	+13,99	+5,30	+11,1	+19,1	7,96	+2,12	712	0	470	850	2,0	3½	variable	0,84	12,6	+ 4,2	103
16	719,78	— 4,67	+ 9,38	+0,56	+ 7,2	+13,9	6,91	+1,01	824	+112	620	910	16,7	11	SSO. 2	0,99	11,4	+ 2,9	103
17	714,88	— 9,59	+ 7,45	—1,51	+ 5,3	+10,5	5,69	—0,28	766	+ 54	600	840	4,8	6	SSO. 2	0,94	7,9	— 0,7	107
18	716,05	— 8,44	+ 7,06	—2,04	+ 4,8	+10,4	5,83	—0,20	800	+ 88	630	900	...	...	NNE. 1	0,91	—	—	108
19	726,26	+ 1,76	+ 7,44	—1,80	+ 5,7	+10,8	4,95	—1,15	680	— 32	500	860	...	...	NNE. 1	0,79	7,8	— 1,0	111
20	728,87	+ 4,35	+ 7,27	—2,11	+ 4,4	+11,7	4,87	—1,29	672	— 40	420	760	...	...	N. 1	0,62	8,1	— 0,8	111
21	730,36	+ 5,82	+ 7,38	—2,15	+ 2,2	+12,1	5,70	—0,53	760	+ 48	530	890	...	...	N. 1	0,60	7,9	— 1,1	110
22	729,14	+ 4,58	+ 9,84	+0,17	+ 2,0	+16,1	5,87	—0,42	679	— 33	390	960	...	...	N. 1	0,00	9,0	— 0,1	110
23	729,24	+ 4,66	+11,97	+2,16	+ 3,5	+18,0	5,86	—0,50	597	—115	300	930	...	...	N. 1	0,16	8,7	— 0,5	110
24	728,15	+ 3,55	+12,07	+2,12	+ 6,2	+19,3	7,70	+1,28	750	+ 38	500	990	8,6	5½	N. 1	0,57	10,5	+ 1,2	110
25	729,44	+ 4,82	+12,68	+2,59	+ 8,2	+17,2	7,52	+1,03	712	0	490	990	...	...	N. 1	0,52	—	—	110
26	726,82	+ 2,18	+11,73	+1,49	+ 9,5	+15,4	7,49	+0,94	755	+ 43	590	870	...	...	NNE. 2	0,61	11,8	+ 2,3	112
27	727,74	+ 3,09	+13,80	+3,42	+ 5,9	+20,4	7,47	+0,85	665	— 47	400	960	...	...	variable	0,52	11,8	+ 2,3	112
28	729,54	+ 4,87	+14,85	+4,33	+ 9,0	+20,1	7,35	+0,67	620	— 92	410	870	...	...	N. 1	0,13	11,8	+ 2,2	112
29	727,73	+ 3,04	+15,08	+4,42	+ 7,4	+21,1	7,28	+0,53	601	—111	290	830	...	...	N. 1	0,09	12,0	+ 2,3	113
30	723,23	— 1,48	+14,71	+3,90	+ 7,3	+21,1	7,13	+0,32	591	—121	400	850	...	...	N. 1	0,03	11,9	+ 2,1	113

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1869.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725,56	726,10	726,24	725,82	725,47	725,29	725,49	725,92	726,16
2e «	726,68	726,82	726,66	726,12	725,71	725,39	725,69	726,28	726,49
3e «	728,99	729,03	728,82	728,22	727,58	727,13	727,06	727,53	727,92
Mois	727,08	727,32	727,24	726,72	726,25	725,94	726,08	726,58	726,86
				Température.					
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+ 2,46	+ 5,97	+ 9,74	+11,44	+12,07	+11,81	+10,67	+ 8,49	+ 7,21
2e «	+ 7,69	+10,40	+12,13	+13,58	+14,32	+14,70	+13,29	+11,53	+10,11
3e «	+ 7,27	+12,11	+13,36	+15,44	+16,63	+17,28	+15,84	+13,70	+11,53
Mois	+ 5,81	+ 9,49	+11,74	+13,49	+14,34	+14,60	+13,27	+11,24	+ 9,62
				Tension de la vapeur.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	4,80	5,21	5,24	4,87	5,11	4,95	5,05	5,26	5,32
2e «	6,69	7,07	6,51	6,41	6,43	6,41	6,31	6,33	6,41
3e «	6,88	7,57	7,37	7,01	6,84	6,45	6,45	6,99	7,32
Mois	6,12	6,61	6,37	6,10	6,13	5,94	5,94	6,19	6,35
				Fraction de saturation en millièmes.					
1re décade	865	732	570	473	477	475	526	622	687
2e «	846	743	622	557	541	518	570	634	691
3e «	892	712	643	539	488	442	492	599	729
Mois	868	729	612	523	502	478	529	618	702

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1re décade	+ 1,77	+14,18	0,36	7,59	1,7	94,6
2e «	+ 6,77	+16,27	0,60	10,34	23,5	103,5
3e «	+ 6,12	+18,08	0,32	10,60	8,6	111,2
Mois	+ 4,89	+16,18	0,43	9,48	33,8	103,1

Dans ce mois, l'air a été calme 4,4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,45 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 21°,6 O., et son intensité est égale à 29,1 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AVRIL 1869.

Le 1, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.
2, id. depuis 10 h. du soir.
4, id. toute la journée.
5, id. jusqu'à 8 h. du matin.
11, id. jusqu'à 6 h. du matin.
15, id. à peu près tout le jour.
16, id. une partie de la journée.
17,18,19, id. tout le jour.
20, id. depuis 8 h. du soir.
21, id. depuis 10 h. du matin.
24, la quantité de la neige tombée est trop faible pour pouvoir être mesurée.
25, brouillard le matin et le soir.
26, id. toute la journée; la neige tombée n'est pas mesurable.
27, id. jusqu'à 10 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 10 h. matin	557,69	Le 1 à 6 h. matin	552,95
12 à 10 h. soir	574,22	4 à 10 h. soir	550,60
24 à 10 h. soir	567,53	18 à 6 h. matin	550,41
28 à midi	568,25	26 à 6 h. matin	564,14
		30 à 8 et 10 h. soir	562,77

SAINT-BERNARD. — AVRIL 1869.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim			
1	554,40	— 5,95	552,95	555,67	— 8,78	— 3,30	—13,3	— 4,5	.....	.....	....	SO. 1	0,54
2	556,29	— 4,11	555,23	557,57	— 8,50	— 3,14	—12,2	— 4,6	.....	.....	....	NE. 1	0,77
3	556,73	— 3,73	555,09	557,69	— 6,46	— 1,22	— 9,6	— 1,5	.....	.....	....	NE. 1	0,00
4	551,96	— 8,56	550,60	553,79	— 9,20	— 4,08	—12,4	— 5,0	80	3,3	2½	NE. 1	0,88
5	560,38	— 0,20	555,50	564,33	— 8,76	— 3,77	—12,8	— 3,6	.....	.....	....	NE. 1	0,30
6	566,98	+ 6,34	565,75	567,63	— 2,78	+ 2,08	— 6,6	+ 4,6	.....	.....	....	NE. 1	0,02
7	567,37	+ 6,66	567,23	567,53	— 1,05	+ 3,69	— 6,0	+ 4,6	.....	.....	....	NE. 1	0,30
8	567,37	+ 6,59	567,01	567,93	+ 2,47	+ 7,08	— 1,4	+ 7,2	.....	.....	....	NE. 1	0,20
9	567,49	+ 6,64	567,12	567,69	+ 2,92	+ 7,40	— 0,6	+ 7,8	.....	.....	....	NE. 1	0,53
10	568,62	+ 7,70	568,12	569,27	+ 1,79	+ 6,14	0,0	+ 5,0	.....	.....	....	SO. 1	0,46
11	570,66	+ 9,67	569,49	571,92	+ 1,95	+ 6,17	+ 1,0	+ 4,6	.....	.....	....	SO. 1	0,61
12	573,21	+12,15	571,90	574,22	+ 3,11	+ 7,20	+ 0,4	+ 6,2	.....	.....	....	SO. 1	0,31
13	573,00	+11,86	572,55	573,65	+ 3,63	+ 7,59	+ 0,2	+ 9,4	.....	.....	....	calme	0,24
14	569,84	+ 8,62	568,85	571,33	+ 2,29	+ 6,12	0,0	+ 4,0	.....	.....	....	SO. 1	0,30
15	564,56	+ 3,26	562,57	566,35	— 1,44	+ 2,25	— 3,0	+ 2,3	.....	.....	....	SO. 2	0,96
16	558,87	— 2,51	557,57	559,59	— 1,99	+ 1,56	— 3,8	+ 1,2	.....	.....	....	SO. 1	0,87
17	551,58	— 9,88	551,38	551,85	— 6,06	— 2,65	— 7,0	— 2,4	.....	.....	....	NE. 2	0,92
18	551,74	— 9,80	550,41	554,14	— 7,11	— 3,84	— 7,8	— 5,3	.....	.....	....	NE. 3	1,00
19	560,16	— 1,46	557,48	561,79	— 5,12	— 1,99	— 6,2	— 2,3	.....	.....	....	NE. 2	1,00
20	562,99	+ 1,28	561,59	564,44	— 4,42	— 1,43	— 7,6	— 1,2	60	14,7	6	NE. 1	0,88
21	564,82	+ 3,02	564,34	565,33	— 3,94	— 1,09	— 5,8	+ 0,6	.....	.....	....	NE. 1	0,87
22	565,59	+ 3,70	565,02	566,08	— 0,26	+ 2,45	— 4,7	+ 3,6	.....	.....	....	NE. 1	0,00
23	566,72	+ 4,74	566,35	567,19	+ 3,53	+ 6,10	— 1,2	+ 8,0	.....	.....	....	NE. 1	0,03
24	567,19	+ 5,12	566,99	567,53	+ 3,67	+ 6,10	+ 0,8	+ 8,0	.....	.....	....	NE. 1	0,37
25	566,09	+ 3,93	565,69	566,49	+ 0,11	+ 2,40	— 1,6	+ 3,6	.....	.....	....	NE. 2	0,67
26	565,15	+ 2,90	564,14	566,05	— 2,00	+ 0,14	— 2,5	0,0	.....	.....	....	SO. 2	0,91
27	567,14	+ 4,80	566,10	568,15	— 1,80	+ 0,19	— 2,4	— 0,2	.....	.....	....	SO. 1	0,87
28	567,82	+ 5,39	567,57	568,25	+ 1,13	+ 2,98	— 2,7	+ 4,2	.....	.....	....	calme	0,32
29	566,67	+ 4,15	565,65	567,30	+ 3,08	+ 4,79	— 0,9	+ 7,0	.....	.....	....	NE. 1	0,00
30	563,20	+ 0,58	562,77	563,74	+ 3,80	+ 5,37	+ 0,9	+ 7,8	.....	.....	....	NE. 1	0,04

* Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées depuis 6 heures du matin à 10 heures du soir, le thermométrographe étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1869.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	560,82	561,06	561,52	561,84	561,88	562,06	562,47	562,41	562,28
2e »	563,36	563,53	563,71	563,66	563,58	563,56	563,86	564,08	564,11
3e »	565,84	565,99	566,13	566,25	566,11	566,02	566,13	566,16	566,23
Mois	563,34	563,53	563,79	563,92	563,86	563,88	564,15	564,22	564,21
	Température.								
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 7,07	— 3,54	— 1,82	+ 0,12	+ 0,07	— 0,97	— 3,95	— 5,37	— 5,40
2e »	— 2,98	— 0,93	+ 0,08	+ 0,90	+ 1,05	+ 0,58	— 0,76	— 2,26	— 2,74
3e »	— 1,56	+ 1,62	+ 3,05	+ 3,49	+ 3,51	+ 2,92	+ 0,87	+ 0,07	— 0,79
Mois	— 3,87	— 0,95	+ 0,44	+ 1,50	+ 1,54	+ 0,84	— 1,28	— 2,52	— 2,98

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade	— 7,49	+ 1,00	0,40	3,3	80
2e »	— 3,38	+ 1,65	0,71	14,7	60
3e »	— 2,01	+ 4,26	0,41	0	—
Mois	— 4,29	+ 2,30	0,51	18,0	140

Dans ce mois, l'air a été calme 30,4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,86 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E , et son intensité est égale à 39,3 sur 100.

* Voir la note du tableau.

NOTICES SOMMAIRES

SUR

DIVERS TRAVAUX, RAPPORTS

ET

ÉTABLISSEMENTS ASTRONOMIQUES

PAR

M. le professeur GAUTIER.

Je me propose de donner ici, comme je l'ai déjà fait souvent dans ce Journal, un léger aperçu de l'activité qui règne, maintenant, dans le domaine de l'astronomie. J'aurai surtout recours, en fait de documents, soit au précieux journal publié à Altona, depuis 1823, sous le titre d'*Astronomische Nachrichten*, qui est parvenu à son 74me volume in-4° (chaque volume contenant 24 feuilles et autant de numéros qui paraissent successivement), soit aux diverses publications de la Société royale astronomique de Londres, en renvoyant, pour les détails antérieurs, au dernier compte rendu de ce genre, que j'ai publié dans les numéros d'août et de septembre 1866 de nos *Archives* [1].

État actuel de la Société astronomique de Londres.

Les deux derniers rapports annuels du Conseil de cette Société, publiés dans les numéros de février 1868 et

[1] Je ferai usage, comme précédemment, des initiales *A. N.* et *M. N.* pour désigner les *Astronom. Nachr.* et les *Monthly Notices.*

1869 de ses *Monthly Notices*, in-8°, présentent, comme les précédents, d'intéressants comptes rendus des travaux des membres de la Société et des progrès de la science. Le Rév. Charles Pritchard, dans une allocution qu'il a faite à la séance du 14 février 1868, en résignant sa fonction présidentielle bisannuelle, a annoncé que, dans un intervalle de huit années, la Société s'était accrue de près de cent membres, et que son capital en fonds publics s'était augmenté de plus de deux mille livres sterling. Le nombre total de ses membres, de ses patrons et de ses associés étrangers, au 31 décembre 1867, était de 528, et il s'est encore accru de dix personnes dans le courant de l'année suivante. C'est l'amiral Manners qui a succédé à M. Pritchard comme président.

Notices nécrologiques.

La Société a subi, depuis deux ou trois ans, des pertes personnelles considérables. Les principales, en fait de membres ordinaires, sont celles du Dr William Whewell, des lords Rosse et Wrottesley, de sir James South, de sir David Brewster et de MM. Dawes et Cooke, et en fait d'associés étrangers, celles du Dr Bache et de M. Léon Foucault. Je vais extraire quelques détails des Notices insérées à ce sujet dans les derniers rapports.

M. *Whewell*, mort en mars 1866, était fils d'un simple charpentier de la ville de Lancastre. Dès l'âge de dix-huit ans, il obtint par un concours, en 1812, son entrée comme étudiant au collége de la Trinité à Cambridge, avec un émolument de 50 livres sterling. Il s'y est longtemps distingué, soit par de nombreuses publications, soit comme agrégé et professeur enseignant, et il a fini par occuper le poste éminent de principal (Master) de ce grand col-

lége, qui a été celui de l'illustre Newton. M. Whewell était surtout remarquable par l'universalité de ses connaissances scientifiques et littéraires. Il ne s'était pas spécialement occupé d'astronomie, mais on lui doit des recherches importantes sur la théorie des marées, et une brochure anonyme sur la pluralité des mondes, où il a soutenu, avec esprit, l'opinion paradoxale que la Terre est le seul globe céleste habité.

Le baron John *Wrottesley* s'était fait ériger un observatoire particulier, d'abord à Blackheath en 1829, puis à Wrottesley-Hall en 1842, et il en est sorti des travaux considérables de catalogues d'étoiles, d'observations d'étoiles doubles et de recherches de parallaxes stellaires, exécutés soit par lui, soit par ses aides astronomes, MM. Hartnup, Philpott et Morton. Lord Wrottesley a été successivement président de la Société astronomique et de la Société royale de Londres; il a rempli pendant six ans cette dernière fonction, où il a succédé à lord Rosse.

Sir James *South* était fils d'un pharmacien, et il a exercé lui-même la chirurgie jusqu'à son mariage, en 1816, qui lui a permis de se dévouer entièrement à l'astronomie. Il a acquis alors de beaux instruments, et j'ai eu l'avantage d'assister, pendant l'été de 1823, à quelques-unes des observations d'étoiles doubles qu'il faisait alors, dans son observatoire de Blackmann Street à Londres, de concert avec sir John Herschel. Ses observations, et celles du même genre qu'il a faites plus tard à Passy, près de Paris, ont paru dans les *Transactions philosophiques*. M. South a été l'un des fondateurs et des premiers présidents de la Société astronomique. Il s'est fait ériger, vers 1826, un nouvel observatoire à Campden-Hill, Kensington; mais ayant confié la construction d'un grand

équatorial, muni d'un objectif achromatique de Cauchoix de près de douze pouces de diamètre, au célèbre artiste Édouard Troughton, et cette construction n'ayant pas réussi à son gré, il en est résulté entre eux une discussion pénible, qui a pu contribuer à décourager M. South de continuer à s'adonner activement aux observations astronomiques.

Le Rév. *W.-R. Dawes*, mort le 15 février 1868 à soixante-huit ans, s'était fait construire un petit observatoire dans chacune de ses résidences successives, et on lui doit de nombreuses et excellentes observations sur divers phénomènes célestes, spécialement en ce qui concerne les étoiles doubles. Il possédait, entre autres, dans son dernier observatoire à Haddenham, une lunette achromatique de huit pouces d'ouverture et de dix pieds de longueur focale, montée équatorialement par MM. Cooke et fils, et dont l'objectif était de l'artiste américain Alvan Clark. Cette lunette a été mise en vente peu de mois après la mort de M. Dawes.

Le comte *Rosse* est mort au même âge et quelques mois plus tôt que M. Dawes, dans son château de Birr, comté du Roi en Irlande. C'est lui-même qui a dirigé, comme on sait, l'exécution de toutes les parties de son grand télescope à réflexion, de six pieds de diamètre et de cinquante-trois pieds de longueur focale, en surmontant avec une habileté et une persévérance bien remarquables les très-grandes difficultés inhérentes à une construction colossale de ce genre [1]. Il a décrit dans les *Transactions philosophiques* de la Société royale de Londres,

[1] J'ai publié en 1845, dans le tome LVII de la 2me série de la *Bibl. Univ.*, une Notice sur ce grand télescope, accompagnée d'une planche. Il en a été aussi question dans le cahier de septembre 1850 des *Archives*, tome XV, p. 124.

qu'il a présidée pendant cinq ans, les procédés qu'il a suivis pour la fonte, le polissage et la monture de ses grands miroirs. Il a publié dans le même recueil deux mémoires sur les observations de nébuleuses faites avec ses télescopes, observations qui lui ont fait découvrir la disposition en spirale de plusieurs de ces corps célestes. On apprendra avec satisfaction que son fils aîné, âgé actuellement de vingt-neuf ans, qui portait d'abord le nom de lord Oxmantown et qui est le lord Rosse actuel, a succédé, non-seulement au titre et aux propriétés, mais aussi au zèle et à l'activité de son père en faveur de l'astronomie, et qu'il fait usage, soit par lui-même, soit avec le secours d'un adjoint, de son grand télescope, auquel on a dû appliquer un mouvement d'horlogerie. On a découvert ainsi à Birr-Castle quatre nouvelles nébuleuses ayant du plus au moins une structure en spirale. On y continue un travail sur la grande nébuleuse d'Orion, qu'on a soumise à des observations spectroscopiques, et où l'on a trouvé ainsi de très-faibles lignes lumineuses, en addition aux trois déjà reconnues. On a observé aussi Jupiter et Mars et fait des séries de dessins de ces planètes. Enfin, on a commencé, sur la radiation lunaire, des expériences qui ont montré que la pile thermo-électrique peut manifester, près de l'époque de la pleine Lune, un peu de chaleur produite par cette radiation. M. De La Rue estime qu'on pourrait obtenir, avec ce grand télescope, de belles photographies lunaires de six à sept pouces de diamètre.

M. Thomas *Cooke* était fils d'un cordonnier de village dans l'Yorkshire, et il s'est d'abord établi à York, en 1829, comme simple aide de maître d'école. Il a réussi, peu de temps après, à fabriquer un premier objectif achromatique. La protection du professeur Phillips d'Ox-

ford lui a beaucoup facilité ses premiers travaux en ce genre. Il est ainsi parvenu peu à peu à construire des lunettes de grande dimension montées équatorialement, et les ateliers de ses fils occupent maintenant une centaine d'ouvriers. M. Newall de Gateshead lui avait commandé, en 1863, un équatorial gigantesque, muni d'une lunette achromatique de vingt-cinq pouces d'ouverture et de vingt-neuf pieds de longueur focale. L'objectif de cette lunette, qui pèse 146 livres (et qui a obligé à une disposition spéciale de leviers pour prévenir la flexion du tube), était terminé en 1868; la monture et un appareil d'horlogerie, qui pourra procurer à la lunette un mouvement uniforme, étaient presque achevés lors du décès de M. Cooke, qui a eu lieu en octobre de la même année [1]. Ce grand instrument a dû partir pour Madère, où il sera confié à M. Marth, qui, dans son long séjour à Malte avec M. Lassell, a déjà acquis de l'expérience dans l'usage des télescopes de dimensions considérables. Un cercle-méridien, muni d'une lunette de sept pouces d'ouverture, complétera cet important établissement astronomique, dû à la munificence de M. Newall.

Le professeur américain Alexandre *Bache*, mort en février 1867, était arrière-petit-fils du célèbre Benjamin Franklin. Il s'est occupé d'observations magnétiques; mais il s'est distingué surtout par l'importante part qu'il a prise, depuis 1843, comme successeur de l'ingénieur suisse Hassler, à la direction du grand travail géographique et hydrographique exécuté le long des côtes orientales des États-Unis d'Amérique.

[1] Le tome 28 des *M. N.*, p. 210, renferme une courte description, faite par M. Cooke, de son appareil d'horlogerie pour mettre en mouvement sa grande lunette équatoriale.

Mémoires de la Société astronomique.

La Société a publié les tomes 35 et 36 de ses mémoires in-4°. Le premier de ces volumes renferme d'abord deux mémoires de sir Thomas Maclear, directeur de l'observatoire royal du Cap de Bonne-Espérance, relatifs à des observations de la comète d'Encke et de distances polaires de quelques étoiles principales. Il contient aussi 3° un synopsis de toutes les observations d'étoiles doubles faites par sir W. Herschel, accompagné d'un catalogue de ces étoiles pour l'époque de 1880, le tout publié par sir John Herschel ; 4° un catalogue des mesures micrométriques d'étoiles doubles effectuées par M. Dawes, depuis la seconde série de ces mesures, observées par lui, insérée dans le tome 19 du même recueil.

Le tome 36 se compose de trois mémoires de M. Lassell sur les observations de nébuleuses, de planètes, de satellites, etc., qu'il a faites avec son télescope à réflexion de quatre pieds de diamètre, pendant son dernier séjour à Malte, et ces observations sont accompagnées de onze planches.

Un nouveau volume, qui est sous presse, contiendra un mémoire du major Tennant sur l'éclipse totale de soleil du 18 août 1868, et ce mémoire sera accompagné de planches de photographies, amplifiées sous la direction de M. De La Rue.

Revue des observatoires britanniques.

Observatoire royal de Greenwich.

On a poursuivi à Greenwich les observations régulières du Soleil, de la Lune, des planètes et des étoiles principales, et on y a observé de nouveau toutes les étoiles

de Bradley. On y prépare un nouveau catalogue des positions d'environ 2760 étoiles, observées de 1861 à 1867. M. Airy continue à diriger admirablement, soit dans sa partie astronomique, soit dans ses départements magnétique et météorologique, ce grand établissement national, qui a rendu, depuis près de deux siècles, de si éminents services à la science. Mais on doit convenir qu'il y est bien secondé par ses huit adjoints et ses neuf calculateurs.

M. Airy a communiqué à la Société royale de Londres, en mars 1867, un calcul des longueurs d'ondes lumineuses, correspondant aux lignes du spectre solaire mesurées par Kirchhoff. Ce mémoire se compose essentiellement de plusieurs tables résultant, soit des calculs de M. Airy, soit de leur comparaison avec les valeurs obtenues par MM. Angstrom et Ditscheiner. Il s'est occupé depuis quelques années, au moyen des appareils d'observation en activité à Greenwich, et communiquant avec des lignes télégraphiques, des rapports qui existent entre les variations magnétiques et celles des courants électriques terrestres. Il a publié un premier mémoire sur ce sujet dans les *Trans. philos.* pour 1863, et un second dans le volume du même recueil pour 1868. M. de la Rive ayant fait paraître, dans le cahier d'octobre 1868 des *Archives*, une note sur ce sujet, d'après une correspondance particulière avec M. Airy, je n'entrerai ici dans aucun détail. Je me bornerai à dire que M. Airy a établi, par de nombreuses observations, l'accord qui existe, pendant les perturbations magnétiques, entre les mouvements des magnétomètres et ceux des galvanomètres qui servent à percevoir les courants électriques terrestres, accord que M. de la Rive, dans son *Traité d'Électricité*, avait déjà présenté comme très-probable.

M. Airy continue aussi à signaler au monde savant les phénomènes importants, pour l'observation desquels il faut prendre des mesures à l'avance. C'est ce qu'il a fait, en 1867, pour l'éclipse totale de Soleil du 18 août 1868, dont j'aurai à reparler plus bas, et pour les prochains passages de Vénus sur le disque du Soleil, sur lesquels je reviendrai aussi.

M. Stone, premier astronome-adjoint de l'observatoire de Greenwich depuis une dizaine d'années, a présenté à la Société astronomique divers travaux intéressants. Il a montré, d'après la théorie, la possibilité que la friction occasionnée par les marées produise un très-léger changement dans la position de l'axe terrestre; mais il ne croit pas que cette cause puisse expliquer les changements séculaires de climats que les géologues ont montré avoir eu lieu sur notre globe. En comparant les mouvements propres des étoiles avec les effets parallactiques de celui du Soleil, il a obtenu une confirmation de la réalité de ce dernier mouvement, tout en constatant que ces effets de déplacement parallactiques paraissent être beaucoup plus petits que les mouvements indépendants des étoiles.

M. Stone avait précédemment déduit de la comparaison des observations de la planète Mars faites en 1862 à Greenwich et au Cap de Bonne-Espérance, une valeur de 8″,94 pour la parallaxe du Soleil, notablement supérieure à celle de 8″,58 obtenue par M. Encke, d'après les observations du passage de Vénus sur le disque du Soleil en 1769. Cette différence sur un élément aussi important, puisque c'est celui qui détermine la distance du Soleil à la Terre, a engagé M. Stone à discuter de nouveau les principales observations de ce passage de Vénus (*M. N.*, tome 28, p. 255); en les interprétant et combinant entre

elles d'une manière qu'il regarde comme plus exacte, il a réussi à déduire des observations de ce passage faites à Wardhus, à la baie d'Hudson, à Kola, à Saint-Joseph et à Otahiti, une valeur de 8″,91 pour la parallaxe du Soleil. Il a fait voir de plus que l'inégalité parallactique dans le mouvement de la Terre donne pour cette même parallaxe une valeur de 8″,89. Il a déduit aussi des théories de la précession et de la nutation une valeur de la masse de la Lune égale à $\frac{1}{81,36}$ de celle de la Terre (*M N.*, t. 28, pages 25 et 43).

M. Stone a encore présenté à la Société astronomique, dans sa séance du 12 juin 1868, un mémoire sur la détermination de la constante de la nutation, résultant des observations de distances zénitales de la Polaire, de la 51me de Céphée et de δ de la petite Ourse, faites avec le cercle de passages de l'observatoire de Greenwich de 1851 à 1865 inclusivement [1]. Les équations de condition auxquelles donnent lieu les observations de chaque année, traitées par la méthode des moindres carrés, ont fait obtenir pour cette constante : 9″,133 par la Polaire; 9″,028 par la 51me de Céphée, et 9″,237 par δ de la petite Ourse. La moyenne 9″,133 est identique avec le résultat provenant de la Polaire seule.

M. Stone a été fort surpris, dans le cours de ce travail, en constatant que les colatitudes provenant des moyennes annuelles des très-nombreuses observations de l'étoile Polaire, dans ses passages au méridien au-dessus et au-dessous du pôle, diffèrent entre elles de quelques dixièmes de seconde de degré, d'une manière qui a une apparence systématique. Les observations de la 51me de

[1] Ce mémoire occupe les pages 229-237 du tome 28 des *M. N.*

Céphée, moins nombreuses, donnent lieu à des changements de colatitude un peu analogues. Il paraîtrait résulter de celles de la Polaire une correction moyenne de 0″,27 à appliquer à la latitude de l'observatoire de Greenwich, évaluée de 51°28′38″,2.

« Si ce résultat, ajoute M. Stone, peut être considéré comme suffisant pour indiquer un changement périodique apparent dans cette latitude, il serait possible qu'il fut dû, soit à un affaissement (yielding) de la croûte terrestre par l'action de la Lune, soit à une déformation atmosphérique provenant de la même cause. De très-légers changements dans l'inclinaison de la direction générale des couches effectives de l'atmosphère suffiraient pour produire ces variations apparentes. Il n'est pas hors de place de rappeler à l'attention des astronomes les résultats des essais du Rév. M. Main pour déterminer la parallaxe de l'étoile γ du Dragon (qui passe au méridien près du Zénith à Greenwich). D'après une discussion soignée de plusieurs années d'observations, faites avec deux instruments de construction très-différente, savoir le Zénith-tube de M. Pond et celui de M. Airy à réflexion, la valeur du facteur introduit pour représenter la parallaxe annuelle de cette étoile a été trouvée une quantité négative, en considérant séparément les observations faites avec chacun de ces instruments.

« Le résultat anomal obtenu ainsi par M. Main (pendant qu'il était premier adjoint à Greenwich) pourrait s'expliquer en admettant l'existence d'une déformation systématique de l'atmosphère, ayant une période annuelle. Les anomalies des déterminations de colatitude résultant des observations de la Polaire paraîtraient être considérablement diminuées en admettant une déforma-

tion systématique de l'atmosphère, ayant une période de dix-huit ans. Dans ce dernier cas, il est évident qu'une perturbation annuelle serait détruite. Il est tout au moins curieux (dit encore M. Stone), que deux recherches, qui semblent les plus favorables pour la découverte de changements systématiques dans l'atmosphère, conduisent l'une et l'autre à des résultats anomaux, dont l'explication paraît pouvoir être attribuée à la même supposition. Je considère les discordances des colatitudes comme trop systématiques, pour pouvoir provenir de simples erreurs accidentelles d'observation.»

Le passage de Mercure sur le disque du Soleil qui a eu lieu le matin du 9 novembre 1868, a pu, dans sa dernière partie, être observé avec succès en Angleterre, et entre autres à Greenwich. Indépendamment de la détermination des instants de la sortie du disque, ce phénomène a offert aux observateurs l'occasion de constater la formation, en ce moment-là, de ce qu'on a appelé le *ligament noir*, et de décider la question de la réalité de l'existence des deux contacts internes, réel et apparent, tels qu'ils ont été expliqués par M. Stone dans sa nouvelle discussion des observations du passage de Vénus de 1769.

D'après ce que je viens de rapporter sur les recherches récentes de M. Stone, on ne peut s'étonner que la Société astronomique lui ait décerné sa médaille d'or, dans sa dernière assemblée annuelle du 12 février 1869, la 49me de l'existence de cette Société. L'amiral Manners, en lui présentant cette médaille, y a joint, comme c'est l'usage en pareil cas, une exposition détaillée des travaux qui ont motivé cette distinction. Cette exposition, en forme d'adresse, a paru à la suite du rapport du Conseil, dans le n° 4 du tome 29 des *M. N.*

M. Dunkin, qui fait partie des adjoints de l'observatoire de Greenwich comme M. Stone, a communiqué récemment à la Société astronomique une note, publiée dans le numéro d'avril du même recueil, sur les équations personnelles dans l'observation des passages des bords de la Lune, soit avec l'instrument placé dans le plan du méridien, soit avec le cercle de hauteur et d'azimut. M. Dunkin a comparé le résultat de ses observations de la Lune, faites de 1863 à 1868, avec ceux de trois autres adjoints, MM. Ellis, Criswick et Carpenter. En les discutant en détail avec beaucoup de soin, il a montré qu'il y avait entre eux de légères différences à peu près constantes. En conséquence, il estime avantageux, quand on veut déterminer des positions absolues, qu'il y ait plusieurs observateurs alternant entre eux.

Observatoires divers.

M. *Main*, directeur actuel de l'observatoire d'*Oxford*, y continue très-activement, avec ses adjoints, les observations astronomiques et météorologiques, leur réduction et leur publication. Celles de 1867 ont été déjà réduites et discutées, et elles donnent lieu, à elles seules, à un catalogue des deux éléments de position dans le ciel d'environ 1400 étoiles. L'impression du volume qui les comprend est déjà commencée. — M. Main fera paraître cette année un nouveau catalogue de près de 2400 étoiles, résultant des observations faites de 1855 à 1861. M. Baxendell de Manchester, déjà connu par ses observations d'étoiles variables, a obtenu récemment d'intéressantes déductions d'observations de la radiation solaire, d'après lesquelles il lui paraît très-probable qu'il y a dans cette radiation une périodicité coïncidant avec celle des taches

du Soleil. Il s'est aussi occupé, depuis quelques années, d'observations du vent. Il a trouvé que, pendant la nuit et jusqu'à sept heures du matin, sa vitesse est sensiblement constante, mais qu'elle croît rapidement ensuite, et que la force dont l'action produit cet accroissement de vitesse est presque à angle droit de la direction du méridien magnétique. Il regarde cette force, quelle qu'en soit la cause, comme trop grande pour pouvoir être négligée dans toute spéculation ou prévision relative au temps.

On poursuit aussi à l'observatoire de *Cambridge*, dirigé par le savant géomètre *Adams*, le cours des observations et publications astronomiques. M. Simms va y établir, à la place de l'instrument des passages actuel, un nouveau cercle-méridien de trois pieds de diamètre, construit par lui, et dont la lunette sera munie d'un excellent objectif de MM. Cooke, de huit pouces d'ouverture et d'environ neuf pieds de distance focale. Cet instrument sera payé sur le fonds spécial présenté à l'université par miss Sheepshanks au bénéfice de l'observatoire. On a observé en 1868, avec le télescope du duc de Northumberland, les comètes de Winnecke et de Brorsen, ainsi que la planète Iris. On a noté, à l'aide de deux météoroscopes, un nombre considérable de météores, lors de leur retour périodique vers le 10 août.

Le nouvel observatoire de *Liverpool*, dirigé par M. *Hartnup*, et établi à Bidston près de Birkenhead, sur la rive gauche de la Mersey, est entré en activité depuis quelque temps. Une lunette des passages, de cinq pieds de longueur focale et de quatre pouces d'ouverture, établie dans le premier vertical, y a permis de déterminer, par des observations de β et γ du Dragon et d'α du Cygne, une valeur de $53^{\circ}24'3'',8$ pour la latitude de cet obser-

vatoire, élevé de 212 pieds au-dessus du niveau de la mer. Un équatorial, dont la lunette a huit pouces et demi d'ouverture et douze pieds de longueur focale, a été établi sous un dôme de vingt pieds de diamètre. Outre les communications télégraphiques du temps aux horloges publiques, il est réglé, pour les ports et les villes de Liverpool et de Birkenhead, par un coup de canon tiré chaque jour à une heure après midi, dont la lumière s'aperçoit dans les deux villes, ainsi qu'à plusieurs milles de distance au-dessus et au-dessous, et dont le son s'entend encore plus loin sur les deux rives de la Mersey. On continue, comme dans l'ancien observatoire, à contrôler la marche des chronomètres mis à l'essai, en les soumettant à diverses températures, et l'essai total ne dure plus que cinq à six semaines.

Les observatoires d'*Edimbourg* et de *Glasgow* sont en partie consacrés à la météorologie. Le premier de ces établissements a à préparer la publication mensuelle des observations de ce genre faites en cinquante-cinq stations de la Société météorologique écossaise. Outre les observations astronomiques dans le plan du méridien qui se font dans ces deux observatoires, on en fait aussi de comètes et de petites planètes, avec l'équatorial Ochtertyre, dans celui de Glasgow.

M. *Brunnow* observe aussi les planètes télescopiques à l'observatoire de Dun Sink près de Dublin, et il a construit des tables manuscrites de la planète Iris. Le n° 1747 des *A. N.* contient de lui une série d'observations de comètes, faites avec la grande lunette achromatique de Cauchoix de 11 $^3/_4$ pouces anglais d'ouverture, que possédait sir James South, et qui se trouve actuellement à l'observatoire de Dublin.

Observatoire de M. W. De La Rue.

M. Warren De La Rue continue, avec l'aide de M. Reynolds, ses belles applications de la photographie à l'astronomie, dans son observatoire particulier, situé à Cranford, près de Londres. Il y a établi, dans une rotonde cylindrique à toit tournant, un télescope à réflexion monté équatorialement, dont le miroir a treize pouces de diamètre et dix pieds de longueur focale, et qui est mobile à l'aide d'un mouvement d'horlogerie. Ce télescope n'a pas de tube proprement dit, mais une simple monture évidée, formée de petits tubes en fer, solidement liés entre eux par des anneaux. Quand il s'en sert pour observer le ciel, il applique à son foyer un petit miroir oblique, qui réfléchit latéralement l'image à l'oculaire, à la façon des télescopes newtoniens. Dans les opérations photographiques, il supprime le petit miroir, et l'image du grand miroir est projetée directement sur la plaque sensible, placée au foyer sur un petit support circulaire. Le journal anglais illustré, *The Engineer*, de format in-folio, renferme, dans son numéro du 22 mai 1868, une intéressante description de l'observatoire de M. De La Rue, de son télescope et des détails de ses procédés, accompagnée de figures. On y voit, entre autres, que, quand la Lune est pleine et l'atmosphère claire, les empreintes photographiques sur collodion peuvent être prises en une ou deux secondes, tandis que lorsqu'elle est en croissant, il en faut de dix à vingt pour obtenir toute la netteté possible des détails. Jupiter dans son opposition est photographié en cinq secondes et Saturne en vingt ou trente secondes. Le moindre brouillard est plus nuisible aux opérations que ne le sont de légers nuages occasionnels. M. De La Rue a pu

obtenir des représentations du Soleil de quatre pieds de diamètre, à l'aide d'un réflecteur diagonal, dirigeant l'image sur une lentille qui l'amplifie, et la fait tomber latéralement sur une plaque sensible de dix-huit pouces carrés, placée à quatre pieds de la lentille. On fait alors quatre opérations successives du même genre pour photographier tout le disque, et on obtient ainsi, non-seulement la représentation des taches du Soleil, mais aussi celle des facules et des petites rugosités de la surface du disque.

La faiblesse de la lumière de la Lune, relativement à celle du Soleil, ne permet pas l'emploi du même procédé pour en obtenir des images de grande dimension. L'image primitive a, en général, un pouce de diamètre, et deux négatives peuvent être prises successivement sur la même plaque. On peut ensuite, au moyen d'une lentille et d'une chambre obscure, obtenir une image amplifiée positive de neuf pouces de diamètre. Les figures, ainsi obtenues, sont employées de la même manière pour s'en procurer de plus grandes, allant jusqu'à dix-huit et trente-huit pouces de diamètre, cette dernière dimension étant celle de la grande carte de la Lune de Beer et Mædler.

M. De La Rue regarde les télescopes à réflexion comme préférables aux lunettes achromatiques pour la photographie, parce que tous les rayons du spectre convergent au foyer en un même point. Il possède deux miroirs métalliques de treize pouces de diamètre, qu'il a fabriqués et polis lui-même ; il en a aussi deux de verre argenté, construits l'un par M. Steinheil de Munich, l'autre par M. With. Son observatoire est pourvu, pour la détermination du temps, d'un instrument des passages établi dans

une chambre adjacente à la tourelle. M. De La Rue possède aussi une lunette achromatique de Merz, de six pouces de diamètre, montée équatorialement et placée sous un dôme. Il a, près de son observatoire, un atelier spécial où se trouve sa machine à polir les miroirs, mise en jeu par une petite machine à vapeur. Il espère obtenir de meilleures images en employant un polisseur de forme paraboloïdale plutôt que circulaire.

L'observatoire de M. De La Rue a été visité l'année dernière par deux savants, qui se proposaient de s'y instruire dans la pratique de la photographie astronomique. L'un était M. Le Sueur, auquel doit être confié un grand télescope construit par M. Grubb, de Dublin, et destiné à l'observatoire de Melbourne en Australie. Ce télescope à réflexion, de quatre pieds de diamètre, est de la forme de ceux de Cassegrain; il est monté équatorialement et muni d'un mouvement d'horlogerie. Il sera probablement établi dans le courant de l'année actuelle à Melbourne, sous un toit tournant de quarante-six pieds de diamètre, avec le patronage de la Société royale de Londres. Il sera pourvu des appareils nécessaires pour les expériences photographiques et spectroscopiques. On pourra y obtenir des peintures photographiques de trois à quatre pouces de diamètre, ayant une valeur scientifique.

L'autre savant était le major Tennant, chargé par la Société astronomique de la direction d'une expédition dans l'Inde anglaise, pour y observer l'éclipse de Soleil du 18 août 1868. Il était accompagné à Cranford d'un sergent-major et de deux sapeurs du génie, pour les familiariser avec les opérations photographiques. Nous verrons plus bas quel en a été le résultat.

Observatoire de Kew.

L'héliographe de l'observatoire de Kew a continué à être employé assidûment pour obtenir des photographies du disque solaire, et il y a eu, en 1868, 174 jours d'observation et 285 images du Soleil. Les positions héliographiques des taches, et les aires, ou portions de surface, occupées par elles de 1862 à 1864, ont été déterminées. Les résultats des deux premières de ces années ont fait l'objet d'un mémoire de physique solaire, présenté à la Société royale de Londres, en mars 1868, par MM. De La Rue, Stewart et Lœwy. Ils ont aussi communiqué, en juin, à cette Société, un autre mémoire sur des observations relatives à une tache qui a été, heureusement, photographiée à Kew pendant son passage sur le limbe du Soleil. Les mêmes auteurs ont encore publié un appendice à la seconde série de leurs recherches préliminaires de physique solaire, dans lequel ils exposent la distribution, en latitude héliographique, des taches solaires observées par M. Carrington, et font voir que ces latitudes sont moindres quand Vénus traverse l'écliptique que quand elle s'en écarte. Ils ont trouvé que l'action solaire est à son *maximum* quand Vénus et Mercure agissent ensemble. En combinant ces résultats avec leurs recherches précédentes, ils en concluent que Vénus, Jupiter et Mercure sont les planètes qui exercent le plus d'influence pour la production des taches.

Travaux de M. Huggins.

M. William Huggins a continué ses analyses spectrales, qui lui ont valu, en 1867, ainsi qu'au professeur Miller, son associé dans ses premiers travaux, la médaille d'or

annuelle de la Société astronomique. M. le président Pritchard en la lui décernant, dans l'assemblée anniversaire du 8 février, a fait un exposé historique fort instructif des recherches de ce genre. Dès lors, M. Huggins a fait sur le même sujet de nouvelles et intéressantes communications, soit à la Société royale de Londres, soit à la Société astronomique; et il a aussi publié là-dessus un ouvrage spécial, dont une traduction allemande, par M. W. Klinkerfues, a paru à Leipsic, en octobre 1868, avec additions.

M. Huggins a étudié entre autres, en 1867, le spectre de la planète Mars, et il a publié une note à ce sujet (tome 27, page 178 des *M. N.*). Il croit que la couleur rouge propre à cette planète a son origine dans la matière dont se compose une partie de sa surface. C'est dans les parties centrales du disque que cette couleur est le plus marquée, tandis que la lumière réfléchie par les régions polaires n'est plus colorée. Les conditions de surface semblent être les mêmes pour la Lune et pour Mars, tandis que la lumière émise par Jupiter et Saturne paraît provenir évidemment d'une enveloppe de nuages.

M. Huggins a réussi à construire un nouveau spectroscope, dont les prismes ont un pouvoir dispersif égal à celui d'environ sept prismes de flint-glass dense de 60 degrés. Il a ajusté cet appareil à une lunette achromatique d'Alvan Clark, de huit pouces d'ouverture et de dix pieds de longueur focale, montée équatorialement, dans son observatoire d'Upper Tulse Hill. Cet instrument est applicable même aux nébuleuses, et l'observation de la grande nébuleuse d'Orion y a manifesté diverses lignes brillantes, qui ont pu être comparées directement avec celles des éléments terrestres. Deux des

lignes du spectre de cette nébuleuse ont constamment coïncidé avec une ligne de l'hydrogène et une ligne du nitrogène. En étudiant de même la brillante étoile Sirius, M. Huggins a reconnu que la ligne F de son spectre, due à l'hydrogène, se déplaçait un peu en se rapprochant du rouge. Ce fait présente un grand intérêt astronomique, en confirmant une théorie nouvelle, d'après laquelle on peut espérer d'arriver à constater le mouvement des étoiles dans l'espace céleste, relativement à la Terre, par les variations de réfrangibilité de leur lumière.

En effet, d'après la théorie des ondes lumineuses admise actuellement, une différence dans le nombre des ondes correspond à une différence de couleur. Des ondes plus nombreuses donnent une couleur plus violette et de moins nombreuses en donnent une plus rouge. D'après cela, lorsqu'un corps lumineux se rapproche, il doit paraître plus violet, et lorsqu'il s'éloigne il doit paraître plus rouge. Mais, vu l'immense vitesse de la lumière, il faut que le corps lumineux ait aussi une très-grande vitesse pour que cette différence de couleur devienne appréciable. D'après un petit mémoire sur ce sujet, communiqué par M. le professeur Charles Dufour, de Morges, à la Société vaudoise des Sciences naturelles, le Père Secchi estimait, en mars 1868, qu'au moyen du déplacement des raies du spectre, on pourrait constater pour les rayons lumineux une différence de vitesse de 304 kilomètres par seconde, selon que le corps céleste s'approche ou s'éloigne de nous. Le résultat obtenu par M. Huggins correspond à une différence bien moindre encore, puisqu'il a conclu de ses observations spectroscopiques que Sirius s'éloignait alors de notre système solaire avec une vitesse relative d'environ 29 $^1/_2$ milles anglais par seconde, cette

vitesse devant être corrigée de l'effet du mouvement de notre système dans l'espace. On sait que Bessel avait déjà constaté dans Sirius une variation de mouvement propre sensible, que M. Auwers a évalué à environ cinquante ans la durée de sa révolution, et que M. Alvan Clark lui a découvert ensuite un petit compagnon stellaire. C'était, par conséquent, un des astres qui pouvait le mieux se prêter à des expériences de ce genre. D'après les observations d'Henderson, sa parallaxe annuelle ne serait que de 0″,15; mais M. Abbe de Poulkova l'a trouvée de 0″,27 d'après les observations de distances polaires méridiennes faites de 1856 à 1863 à l'observatoire du Cap de Bonne-Espérance (*M. N.*, tome 28, p. 6).

Le mémoire où M. Huggins a traité ce curieux sujet a été reçu à la Société royale le 23 avril 1868 et inséré dans les *Transact. Philos.* de la même année. Il contient aussi des analyses spectrales relatives à des nébuleuses, à quelques comètes et au Soleil. La comète de Brorsen, dans son dernier retour, et la seconde comète de 1868 lui ont présenté, chacune, un spectre de trois lignes brillantes, situées dans la même partie du spectre, mais différant notablement en position et en caractère. En comparant directement, dans l'instrument, le spectre de la seconde avec celui du gaz oléfiant, il lui a trouvé la même réfrangibilité et les caractères généraux du spectre du carbone.

M. Huggins a observé, le 15 avril 1868, le spectre d'une tache solaire. Il a trouvé que les trois quarts de la lumière apparente de l'ombre venaient de la région du Soleil et le quatrième quart de notre atmosphère. Plusieurs des lignes étaient élargies, mais C et F dues à l'hydrogène ne l'étaient pas. Cette circonstance présente

de l'intérêt, par sa liaison avec ce qu'on sait maintenant sur la nature des proéminences solaires; on peut présumer que l'effet observé était dû aux objets placés sur l'ombre de la tache. Plus récemment, le Père Secchi a fait aussi des analyses spectrales de taches du Soleil, et en a communiqué les détails à l'Académie des Sciences de Paris.

Dès le commencement de 1867, M. Huggins avait cherché, à l'aide d'une thermopile très-sensible, à découvrir un effet calorifique provenant des étoiles et de la Lune. Il a obtenu un effet appréciable dans le cas de Sirius, Régulus, Pollux et Arcturus, mais la Lune lui a donné un résultat plus incertain. Il est très-difficile, dans ces expériences, d'éviter les influences perturbatrices, et cela ne permet guère d'en déduire des évaluations en chiffres, mais M. Huggins se propose de les continuer. Nous avons vu plus haut que lord Rosse avait réussi à obtenir un effet sensible pour la Lune. M. Stone s'est fait construire, de son côté, un appareil spécial pour des expériences de ce genre à Greenwich, mais cet appareil n'a été terminé qu'à la fin de 1868.

Recherches de M. Lockyer.

L'observatoire de M. *Lockyer* a été, dans ces derniers temps, exclusivement consacré au Soleil. Déjà en octobre 1866, dans une communication à la Société royale de Londres sur ses observations spectroscopiques des taches solaires, il présumait que les protubérances rosées observées sur le bord du Soleil, pendant les éclipses totales, pourraient être reconnues, à l'aide du spectroscope, hors du moment de ces éclipses, et la Société avait autorisé, en 1867, pour la suite des recherches de ce genre

de M. Lockyer, la construction, par M. Thomas Cooke, d'un spectroscope plus puissant. La mort de ce dernier ayant occasionné un retard dans la construction de cet instrument, ce n'est qu'en octobre 1868 que M. Browning, chargé de le terminer, l'a remis entre les mains de M. Lockyer. On connaissait déjà alors les résultats des observations spectroscopiques de l'éclipse du 18 août observée aux Indes. MM. Janssen et Lockyer ont constaté depuis cette époque, indépendamment l'un de l'autre, que les lignes brillantes des proéminences solaires étaient visibles en plein soleil, avec un instrument suffisamment puissant, et qu'elles consistaient en un gaz lumineux d'hydrogène. Une notice du P. Secchi sur ce sujet a déjà paru dans le cahier de décembre 1868 de nos *Archives* (tome XXXIII, p. 337).

M. Lockyer a proposé d'appeler *chromosphère* la couche de proéminences lumineuses qu'il a montré envelopper complétement le Soleil, et qui est variable dans son épaisseur. La ligne de l'hydrogène qui correspond à la ligne verte F de Fraunhofer prend la forme d'un fer de flèche ; elle s'élargit depuis sa partie élevée jusqu'à la base de la chromosphère, et cette expansion paraît être due à un effet de pression.

MM. Frankland et Lockyer se sont associés pour des recherches sur les spectres gazeux, dans leurs rapports avec l'étude de la constitution physique du Soleil, et ils en ont présenté à l'Académie des Sciences de Paris quelques résultats intéressants, publiés dans ses *Comptes rendus*, et reproduits dans le numéro d'avril 1869 de nos *Archives*.

Il résulte de leurs expériences et de leurs observations que la photosphère solaire, loin d'être une surface

solide ou un océan liquide, est nuageuse ou gazeuse et peut-être l'une et l'autre. Le spectre de la photosphère contient des lignes brillantes quand on observe le limbe; les taches du Soleil sont, d'après eux, des régions d'absorption particulière.

Éclipse de Soleil du 18 août 1868.

Une bonne partie du dernier rapport du Conseil de la Société astronomique est consacrée à des détails sur l'éclipse totale de Soleil de 1868. On doit au major Tennant d'avoir été, avec M. Airy, un des premiers à signaler à la Société les particularités de cette éclipse, dont la principale était la durée extraordinaire de six minutes et trois quarts de l'obscurcissement total pour quelques stations ; c'est à lui qu'a été confiée la surintendance de l'expédition entreprise sous les auspices de la Société et aux frais du gouvernement britannique. La station choisie a été Guntoor, ville indienne près de Masulipatam, située à $16^{\circ}17' \, {}^{1}/_{2}$ de latitude nord et $5^{h}21^{m}48^{s}$ de longitude à l'est de Greenwich. Le major Tennant a observé les instants du premier et du dernier contact des bords du Soleil et de la Lune, et il a fait des observations spectroscopiques, avec un équatorial à lunette de quatre pouces et demi d'ouverture, munie d'un spectroscope de Troughton et Simms. Le sergent Phillips, devenu habile photographe, après avoir travaillé dans l'observatoire de M. De La Rue, a réussi à obtenir, à travers de fréquents nuages, six bonnes photographies, avec un télescope newtonien, à miroir argenté, de neuf pouces de diamètre. Les nuages y ont empêché la représentation de ce qu'on nomme *la Couronne* dans les éclipses totales, mais celle des *proéminences rosées* a très-bien réussi. Il a été fait diverses copies, d'en-

viron deux pouces de diamètre, de ces photographies. M. James a fait, à l'aide d'un microscope, de beaux dessins des proéminences, de celle, entre autres, appelée *la Grande Corne;* et le professeur Herschel, dans une séance à l'Institution royale, les a fait voir au moyen d'une lampe électrique, projetées sur un écran, à l'échelle de cinq pieds pour le diamètre de la Lune. La structure en spirale de la grande corne signalée par le major Tennant, et qu'il attribue au conflit de deux courants, l'un ascendant, l'autre à angle droit du premier, y était très-évidente. D'après la comparaison qui a été faite par M. De La Rue, des photographies de cette proéminence obtenues à Aden et à Guntoor, il ne paraît pas qu'il y ait eu de grand changement dans son apparence à ces deux époques, distantes de quarante minutes.

Le capitaine Branfill a appliqué à Guntoor un oculaire polariscope à l'une des lunettes de Greenwich qui y servait anciennement de collimateur, et il a constaté ainsi que les proéminences ne donnaient pas d'indication de lumière polarisée, mais que la lumière de la couronne était polarisée dans un plan passant par le centre du Soleil.

Le lieutenant John Herschel, du corps des ingénieurs, a observé l'éclipse à Jamkandi, sous les auspices de la Société royale de Londres, et a pu, malgré les nuages, y constater avec un spectroscope, sur l'une des proéminences, trois bandes brillantes rouge, orange et bleue, déterminant la nature gazeuse de ces proéminences.

Les comptes rendus de MM. Rayet à Wah-Tonne et Janssen à Guntoor sont donnés en français dans le rapport de la Société astronomique, et ils renferment beaucoup de détails intéressants, surtout celui de M. Janssen, qui y raconte tout au long sa découverte de la visibilité

spectroscopique des protubérances, faite dès le lendemain du jour de l'éclipse. Ces deux savants ont fait aussi diverses communications à l'Académie des sciences de Paris.

Je ne dois pas omettre de dire que les n°s 1716 et 1725 des *A. N.* renferment d'intéressants détails sur les observations de cette éclipse faites à Aden, sur la côte ouest de la mer Rouge, par une expédition autrichienne, ayant pour astronomes MM. Edmond Weiss et Th. Oppolzer. Le n° 1753 du même journal contient une notice sur l'observation de ce phénomène faite, sous les auspices du gouvernement hollandais, par M. le Dr Oudemans, dans une petite île de corail, voisine de la côte orientale de l'île de Célèbes, où l'éclipse totale a duré environ cinq minutes et demie. Une expédition prussienne a eu lieu aussi à Bijapur; les photographes de cette expédition se sont arrêtés à Aden, mais le Dr Tietjen et le prof. Spœrer ont observé l'éclipse à Moolwar près de Bijapur. Ce dernier a inséré dans le n° 1754 des *A. N.* une nouvelle série de ses observations de taches du Soleil, dans laquelle il montre que la plupart des protubérances rosées du 18 août ont coïncidé en position avec des facules ou des taches, qui ont paru avant ou après l'éclipse. Il y a eu, enfin, une expédition française à Malacca. Je ne puis entrer ici dans plus de détails, et je dois renvoyer aux récits déjà publiés et à ceux qui paraîtront ultérieurement.

Prochains passages de Vénus.

On s'occupe déjà depuis quelque temps, surtout en Angleterre, des passages de Vénus sur le disque du Soleil qui doivent avoir lieu le 8 décembre 1874, de deux heures à six heures du matin, et le 6 décembre 1882, de

deux à huit heures du soir, en temps moyen de Greenwich. M. Airy en avait déjà entretenu en détail la Société astronomique en mai 1857 et en juin 1864, et j'ai inséré dans le numéro d'août 1857 de nos *Archives* une analyse de sa première publication dans les *M. N.* Il y a eu, dans la séance de cette Société du 11 décembre 1868, de nouvelles communications à ce sujet, faites par MM. Airy, Stone et De La Rue, ainsi que par divers officiers supérieurs de la marine britannique, et qui ont paru dans le n° 2 du tome 29 des *M. N.* Les calculs de ces passages ont été faits par M. Hind, surintendant du *Nautical Almanac*, d'après les nouvelles tables des mouvements de Vénus publiées par M. Le Verrier, et ont paru dans le *Compte rendu* de la séance de l'Académie des Sciences de Paris du 22 juillet 1861. M. Airy a joint à son nouveau petit mémoire huit planches gravées, de format in-8°, représentant les positions géographiques des stations où l'on pourra observer les instants de l'entrée de Vénus sur le disque du Soleil et de sa sortie de ce même disque, soit en 1874, soit en 1882, dans des circonstances favorables pour en déduire une valeur exacte de la parallaxe du Soleil. Il résulte de son étude approfondie sur ce sujet, que la nation anglaise, pour continuer dignement ce qu'elle a déjà fait, sous ce rapport, lors des deux précédents passages de 1761 et de 1769, à l'instigation de l'astronome Halley, doit d'abord faire déterminer les longitudes terrestres absolues des points suivants : Alexandrie en Égypte, quelques stations dans la Nouvelle-Zélande et aux îles Sandwich, l'île de Kerguelen ou les îles Crozet, l'île Maurice ou les deux îles Rodrigue et Bourbon. Il y aura aussi des stations favorables, dont les longitudes sont déjà connues, ou qui devront être laissées à l'action

des gouvernements Français, Russe et des États-Unis d'Amérique. Il y aurait avantage notable à se procurer, pour le passage de 1882, une station australe dans le cercle polaire antarctique, par exemple dans la terre Victoria reconnue par sir James Ross ; les officiers de marine qui ont pris la parole dans la séance mentionnée plus haut, regardent comme convenable d'y faire une expédition maritime préalable, afin d'étudier cette région sous le rapport des facilités qu'on y trouverait pour observer le passage. M. Airy est entré dans le détail des instruments d'astronomie qu'il faudrait se procurer et commander à l'avance pour chaque station d'observations. M. De La Rue croit que la photographie pourra rendre des services essentiels dans ce cas, comme cela a eu lieu pour les dernières éclipses totales de Soleil, et il a joint à sa communication des figures représentant chacun des deux passages, tels qu'ils doivent avoir lieu. M. Stone a insisté sur l'importance qu'il y aura à observer soigneusement les instants, soit des contacts réels des deux astres, soit de leurs contacts apparents. Il a expliqué que, lorsque ce phénomène a lieu, le diamètre du Soleil, tout éclatant de lumière, subit un accroissement apparent, et le diamètre du disque obscur de Vénus un décroissement ; alors, quand le limbe vrai de Vénus touche le vrai limbe du Soleil, la fausse lumière s'évanouit, l'extension apparente du disque solaire et son empiétement sur celui de Vénus sont détruits au point de contact réel, et un ligament obscur paraît réunir les deux limbes apparents. Cela peut durer dix-huit secondes, du plus au moins selon les circonstances ; puis les limbes des deux astres paraissent être en contact. Il faut observer, aussi exactement que possible, les instants de la formation et de la disparition du

ligament, avec une lunette ayant une amplification linéaire d'environ cent cinquante fois, en dessinant la largeur relative dudit ligament comparativement au diamètre de Vénus.

Société royale de Londres.

J'ai eu déjà l'occasion de citer plusieurs mémoires d'astronomie récemment publiés dans les *Transactions* de cette illustre Société, qui compte un peu plus de deux siècles d'existence, sa fondation remontant à 1660. Cette Société est présidée, maintenant, par l'un des plus honorables vétérans de la science, M. le lieutenant-général Sabine, auquel on doit de si grands et persévérants travaux, soit pour des expériences du pendule à diverses latitudes, soit surtout pour des études sur le magnétisme terrestre, dont il s'occupe depuis cinquante ans. Le volume des *Transactions* pour 1868 renferme encore un mémoire de lui, le onzième de ceux ayant pour titre : *Contributions to Terrestrial Magnetism*, dans lequel il présente les résultats définitifs de l'expédition aux régions polaires australes, effectuée de 1840 à 1843 par les bâtiments *Erebus* et *Terror*, sous le commandement de sir James Ross et du capitaine Crozier, pour déterminer les éléments magnétiques dans ces parages. Ce mémoire, de 47 pages in-4°, est accompagné de trois grandes cartes, qui représentent les parties de notre globe explorées dans cette expédition, et où l'on trouve inscrites, en chaque station, les valeurs de la déclinaison, de l'inclinaison et de l'intensité magnétiques résultant des observations.

M. Sabine a prononcé à la dernière séance anniversaire de la Société royale, qui a eu lieu le 30 novembre

1868, une *Address* ou discours, qu'il a bien voulu envoyer à quelques-uns de ses amis de Genève, et qui contient des détails fort intéressants au sujet des diverses entreprises scientifiques récentes sur lesquelles la Société royale exerce son patronage, ainsi que sur les travaux qui ont mérité à quatre savants les médailles que le président leur a décernées dans cette séance. Je regrette de ne pouvoir entrer dans plus de détails au sujet de ce discours. Je dirai seulement que M. Sabine, qui a le premier constaté la connexion intime existant entre la période des variations des taches du Soleil et celle des variations diurnes de la déclinaison magnétique, remarque que le Dr Lamont, astronome de Munich, a fixé à la fin de 1868 le *maximum* de la période des taches, qu'il suppose être de dix ans. Si cette période est exacte, dit-il, 1873 serait une époque de *minimum*, et 1878 celle du *maximum* consécutif : tandis que, selon la période de M. Wolf de onze ans $\frac{1}{10}$, ces valeurs seraient en sens inverse aux mêmes époques, savoir le *maximum* en 1873 et le *minimum* vers 1878. J'observerai à ce sujet que, d'après les recherches fort étendues de M. Wolf sur ce phénomène, il y règne une assez grande variabilité ; ce n'est qu'à la longue qu'on peut espérer d'avoir une bonne valeur moyenne de la période, et celle de M. Wolf me paraît, jusqu'à présent, la mieux fondée sur l'ensemble des observations.

La Société royale a entrepris dernièrement la publication, par ordre alphabétique des noms d'auteurs, d'un grand catalogue des mémoires scientifiques de diverses époques et en diverses langues, et déjà ont paru deux forts volumes in-4° de ce vaste répertoire, allant jusqu'à la lettre G. Elle publie aussi, depuis un assez grand nom-

bre d'années, sous le titre de *Proceedings*, des comptes rendus sommaires des communications faites dans chacune de ses séances, qui paraissent de temps en temps par petits cahiers in-8°, et dont dix-sept volumes ont déjà paru. On y trouve, outre l'analyse des mémoires lus dans les séances, de plus courtes communications, dont quelques-unes relatives à l'astronomie. Ainsi le n° 105 (volume 17) renferme un mémoire assez étendu de M. Johnstone Stoney, reçu en 1867, et ayant pour titre : *Sur la constitution physique du Soleil et des étoiles.* Quant au dernier volume des *Transactions philosophiques*, le 158me de la collection, il a été publié en deux parties en 1868 et 1869, et forme un volume de plus de 700 pages in-4°, accompagné d'un très-grand nombre de planches. Outre les mémoires déjà cités plus haut, ce volume en renferme un de lord Oxmantown sur la nébuleuse d'Orion, sur lequel je reviendrai bientôt, et un autre de M. John Phillips, professeur de géologie à l'université d'Oxford, contenant la description détaillée, accompagnée de trois planches, des cratères lunaires Gassendi, Théophile, Cyrille, Catherine, Aristarque et Hérodote. Outre les fonds que possède cette ancienne Société royale, elle reçoit annuellement de l'Etat une certaine somme, dont elle peut faire l'application à divers objets scientifiques.

Parallaxe de la 34me de Groombridge.

M. le Dr Auwers, directeur actuel de l'observatoire de Gotha, a cherché à déterminer la parallaxe annuelle de l'étoile de 8me à 9me grandeur, n° 34 du catalogue de Groombridge, dont M. Krüger a trouvé le mouvement propre de 2″,84 par an. La méthode adoptée pour cela par M. Auwers a été l'enregistrement chronographique de l'ascension

droite de cette étoile, comparée à deux autres étoiles voisines, dont l'une la précédait et l'autre la suivait dans leur passage à travers les quinze fils du réticule de la lunette équatoriale de six pieds de cet observatoire. D'après 79 nuits d'observations faites dans un intervalle de trois ans, la valeur de la parallaxe ainsi obtenue est de 0″,307 avec une erreur probable de 0″,025. Cette valeur donne pour cette étoile une distance à la Terre de 672,000 rayons de l'orbite terrestre, avec une erreur probable de 56,000 de ces rayons. La lumière émise par cette étoile doit mettre environ dix ans et demi à nous parvenir. Il y a une autre étoile de 10me $^1/_2$ grandeur, à quarante secondes de distance angulaire de celle-là, qui paraît être en connexion physique avec la 34me de Groombridge. La proximité relative où se trouve ce petit groupe de notre système solaire, comparativement à d'autres étoiles beaucoup plus brillantes, prouve bien que l'éclat apparent de ces astres n'est pas toujours une indication de leur rapprochement de nous.

Revue du ciel austral.

J'ai annoncé, dans ma Notice de 1866, qu'une exploration par zones du ciel austral allait être faite par M. Pogson à Madras, M. Ellery à Melbourne et sir Thomas Maclear au Cap de Bonne-Espérance, ces trois astronomes s'étant chargé chacun d'une partie déterminée de cet hémisphère céleste. M. Ellery paraît avoir fort avancé son travail. Il a déjà à la fin de 1868 observé, entre les parallèles de 60 à 65 degrés de déclinaison australe, 20471 étoiles, en allant jusqu'à celles de 9 $^1/_2$ et souvent même de 10me grandeur, et en déterminant ainsi leur position, réduite à une certaine époque. M. Ellery emploie

deux chronographes pour noter ses observations, et il a enfin réussi à obtenir une plume tout à fait satisfaisante pour leur inscription. La lecture des déclinaisons s'effectue à l'aide d'un cadran micrométrique et d'un compteur à roue, indiquant la position d'un système de sept fils de parallèles en déclinaison, éclairés dans un champ obscur.

Dessins de nébuleuses.

J'ai annoncé plus haut que lord Oxmantown, actuellement lord Rosse, a présenté à la Société royale de Londres, avec un mémoire publié dans le volume des *Transactions philosophiques* pour 1868, une représentation de la grande nébuleuse d'Orion, et de toutes les petites étoiles situées sur elle et autour d'elle. Elle comprend environ un degré carré, et elle a 23 $^1/_2$ pouces anglais dans un sens et 25 $^1/_2$ dans l'autre. Cette belle gravure est le résultat graphique de sept années de travail des deux lords Rosse et de leurs adjoints, avec leurs télescopes à réflexion de six et de trois pieds de diamètre, et occasionnellement avec un autre télescope de dix-huit pouces seulement. L'original représente la nébuleuse en noir sur papier blanc, mais on en a fait tirer aussi des exemplaires en encre blanche sur papier noir.

M. Lassell a soumis à la Société royale, en avril 1868, un autre grand dessin de la même nébuleuse, de vingt-cinq pouces carrés, comprenant environ un quart de degré, et résultant de son séjour de plus de 3 ans à Malte, avec son grand télescope newtonien de quatre pieds de diamètre, monté équatorialement. En annonçant ces deux nouveaux dessins de ce remarquable objet céleste, le rapporteur de la Société astronomique ajoute que, quoiqu'ils paraissent semblables au premier coup d'œil, un examen

plus approfondi rend évidente une grande discordance entre eux sur plusieurs points de détail, discordance suffisante pour infirmer toute conclusion relative à des changements qui auraient eu lieu dans la configuration de la matière nébuleuse. « Ce résultat, est-il dit dans le rapport, ne doit pas surprendre, car cette nébuleuse varie tellement dans son aspect, non-seulement avec des instruments d'ouvertures diverses, mais aussi avec le même instrument, dans des conditions atmosphériques différentes, qu'il est presque impossible de constater positivement si des changements physiques ont eu lieu dans ses diverses parties, durant la période où elle a été soigneusement étudiée.

Un troisième dessin de cette nébuleuse, qui ne comprend qu'environ un huitième de degré carré, a été publié par le Père Secchi. Il a aussi son degré d'intérêt et d'utilité, tout en différant considérablement des deux autres. On ne doit pas oublier que MM. Bond ont beaucoup étudié, il y a déjà quelques années, cette nébuleuse et les étoiles qu'elle renferme, avec la grande lunette de l'observatoire de Cambridge en Amérique; que sir John Herschel avait publié en 1825 et 1837 deux représentations de la nébuleuse d'Orion, et qu'il en a paru aussi en1862 une autre en Russie, résultant des observations de M. Liapounow, éditées par M. Otto Struve.

Maintenant qu'un télescope de quatre pieds de diamètre, d'un maniement commode, est établi à Melbourne, dans une station très-favorable pour observer ce vaste assemblage de matière nébuleuse et stellaire, on peut en espérer encore une nouvelle étude; et ces travaux réunis pourront, peut-être dans quelques siècles seulement, servir de base de comparaison pour apprécier des changements, s'il y en a de réels.

M. F. Abbott, qui a un observatoire particulier à Hobart-Town en Tasmanie, a soumis à la Société astronomique des dessins de nébuleuses voisines de l'étoile variable australe η du Navire, dressés en 1834, 1863 et 1868, de la comparaison desquels résulteraient, d'après lui, des changements notables, avec le temps, dans la distribution de la matière nébuleuse autour de cette étoile. Sir John Herschel n'ayant pas pu identifier, dans les dessins de M. Abbott, les positions des étoiles voisines de η du Navire avec celles qu'il avait déterminées lui-même pendant son séjour au cap de Bonne-Espérance, de 1834 à 1837, son fils le lieutenant Herschel, déjà mentionné plus haut, a présenté à la Société un nouveau dessin, qui s'accorde beaucoup mieux avec celui de son père que ceux de M. Abbott. Mais il est désirable que cette nébuleuse soit encore examinée, dans des circonstances plus favorables que celles où se trouvait le lieutenant Herschel. Ce jeune astronome a profité des instruments mis à sa disposition par la Société royale, pour soumettre à l'analyse spectrale quelques nébuleuses australes. Les objets célestes de ce genre qu'il a examinés lui ont donné, dans certains cas, un spectre continu, et dans d'autres une ou plusieurs des mêmes lignes brillantes qu'ont présenté les nébuleuses observées en Angleterre. Il a découvert dans la grande nébuleuse d'Orion une quatrième ligne très-faible, probablement la même que celle vue par M. Huggins et coïncidant avec une ligne d'hydrogène. Il y a aussi découvert un faible spectre continu. L'étoile η du Navire, qui brillait en 1854 comme une belle étoile de première grandeur, n'était plus que de sixième grandeur en 1863. D'après une nouvelle série d'observations de M. Tebbutt, à Windsor dans la Nouvelle-Galles du Sud, elle était en-

core de 6me grandeur, et à peine visible à la vue simple, en 1867 et 1868.

Nouvelles petites planètes.

Dans mon Compte rendu de 1866, le nombre des planètes télescopiques reconnues comme décrivant leurs orbites elliptiques autour du Soleil entre celles de Mars et de Jupiter, était déjà de quatre-vingt-neuf. Il est actuellement de 108, dont deux ont été découvertes vers la fin de 1866, quatre en 1867, douze en 1868 et une en 1869. Six de celles de 1868 ont été signalées par le professeur Watson de l'observatoire d'Ann Arbor, dans l'Etat de Michigan américain. La dernière a été reconnue le 2 avril de l'année actuelle, à Bilk, près de Dusseldorf, par M. le docteur Luther, auquel on doit déjà la découverte de bien des astres du même genre. Elle a l'apparence d'une étoile de 11nie grandeur; elle portera maintenant le n° 108 et le nom d'*Hécube*.

Ces petits astres sont suivis, vers l'époque de leurs oppositions, dans bon nombre d'observatoires munis de puissantes lunettes, et ces observations sont publiées, en général, dans les *A. N.*, ainsi que les éléments de leurs orbites elliptiques.

Comètes.

Il n'a pas paru d'astre très-brillant de ce genre depuis 1866. Trois comètes télescopiques ont été découvertes en 1867, trois ont été aussi observées en 1868, savoir : 1° La réapparition, depuis le mois d'avril, conformément aux calculs, de la comète à courte période découverte par Brorsen en 1846, et qui porte son nom. Son éclat, d'après Schmidt, était celui d'une étoile de 7me grandeur, avec une

queue mince et droite de moins de trois quarts de degré. 2° Une comète découverte le 13 juin par M. Winnecke, dont le passage au périhélie a eu lieu le 26 juin, qui a été en juin et juillet visible à l'œil nu, avec une queue d'environ un degré, et à laquelle M. Schmidt, qui l'a observée à Athènes, a assigné la forme d'un oignon (zwiebelförmig). 3° Un nouveau retour de la comète d'Encke, vers son opposition, constaté dès le 24 juillet par M. Vogel à l'observatoire de Leipsic, et par M. Fœrster à celui de Berlin. On l'a trouvée, à environ une minute de degré près, dans dans la position que lui assignait alors l'éphéméride de MM. Beck et Asten insérée dans le n° 1692 des *A. N.* Elle paraissait faible, ronde, avec un diamètre d'environ trois minutes de degré. M. Schmidt, dont les observations sur cette comète ont paru dans le n° 1725 du même journal, dit que, vers le 20 août, elle ne paraissait que comme une étoile de 8me grandeur, son diamètre était diminué de moitié, et une petite queue avait commencé à paraître. Elle présentait alors l'aspect décrit par W. Struve en 1828. Par conséquent, il ne paraît pas que sa matière tende à se dissiper considérablement, avec le temps, dans les espaces célestes. Un mémoire assez étendu de M. Schmidt, sur les changements de dimension périodiques de la grande comète de 1861, a paru aussi dans les nos 1744 et 1745 des *A. N.*

M. Linsser, l'un des astronomes de l'observatoire de Poulkova, a publié, en février 1869, dans le n° 1739 du même journal, une éphéméride de la comète périodique dite de Winnecke, dans sa réapparition de cette année, calculée d'après les observations de 1858, en ayant égard aux perturbations produites par la planète Jupiter. M. Linsser avait fixé provisoirement le prochain passage de

cette comète à son périhélie pour le 3 juillet 1869. M. Winnecke, établi maintenant à Carlsruhe, a observé le retour de cette comète depuis le 9 avril, et a prolongé, dans le n° 1753 des *A. N.*, l'éphéméride de M. Linsser, après avoir constaté que les éléments qu'il avait obtenus s'accordaient mieux avec l'observation en établissant au 30 juin l'instant du passage de la comète à son périhélie. Cet astre lui a paru en avril, avec une lunette grossissant vingt-quatre fois, comme une faible nébulosité de huit à dix minutes de degré de diamètre, un peu plus claire vers son milieu et, par moments, avec de petits points brillants. Elle redeviendra observable le matin, vers le commencement de septembre, après son passage au périhélie.

Le célèbre physicien anglais Tyndall a émis, devant la Société philosophique de Cambridge, une nouvelle théorie sur l'origine et le développement lumineux des queues de comètes, que ses expériences récentes sur la décomposition des vapeurs par la lumière lui ont suggérée. Il l'a exposée dans le numéro d'avril 1869 du *Philosophical Magazine* de Londres, et une traduction de ce morceau a paru dans le numéro de mai de nos *Archives*.

Météores lumineux.

Depuis ma Notice de 1866, il y a eu un fait nouveau très-remarquable constaté par M. Schiaparelli, astronome à Milan, en ce qui concerne les météores lumineux. C'est la connexion qui existe entre ce phénomène et les comètes.

Il a paru, vers la fin de 1866, dans le Bulletin météorologique de l'observatoire du Collége romain que publie le Père Secchi, quelques lettres de M. Schiaparelli

sur le cours et l'origine des étoiles météoriques, dans lesquelles cet astronome a étudié, entre autres, les trajectoires que décrivent dans les espaces célestes ces corpuscules lumineux. qui apparaissent, tantôt irrégulièrement, tantôt par essaims périodiques. Or, après avoir cherché à déterminer exactement le point radiant, ou point d'émanation des météores périodiques de l'époque du 10 août 1866, et avoir calculé les éléments de leur orbite parabolique, il a découvert que ces éléments étaient presque identiques avec ceux de la seconde comète de 1862. Cette comète, signalée d'abord aux États-Unis d'Amérique, le 18 juillet, par M. Tuttle, a été assez belle pendant quelques jours, et a présenté des phénomènes physiques intéressants, décrits par M. Schmidt dans le n° 1395 des *A. N.* Sa queue a atteint, d'après lui, le 27 août, une longueur de 25 degrés. M. Oppolzer a calculé, pour cette comète, des éléments elliptiques, d'après lesquels elle effectuerait sa révolution autour du Soleil en 123 ans.

L'Académie des sciences de Paris a décerné, en 1867, à M. Schiaparelli, la médaille de la fondation de Lalande, pour le prix annuel d'astronomie, d'après un rapport de M. Delaunay.

Dès lors, M. C.-F.-W. Peters a remarqué le premier, que les éléments de l'orbite des météores périodiques de l'époque de novembre présentent aussi une grande ressemblance avec ceux de la première comète de 1866, découverte par M. Tempel à Marseille, et à laquelle on a attribué une orbite elliptique décrite en cinquante-trois ans.

D'après de précédents retours, au bout d'environ trente-trois ans, d'apparitions très-brillantes de ces météores de novembre, on s'attendait à les revoir vers la fin de 1866.

Cette attente a été complétement réalisée dans la nuit du 13 au 14 novembre, où a été observée, en Angleterre et jusqu'au Cap de Bonne-Espérance, une superbe émission de ces météores, émanant principalement d'un point situé entre les étoiles ζ et ε de la constellation du Lion, comme on peut le voir, entre autres, relaté en détail, avec figures, dans le numéro de décembre 1866 des *M. N.* (tome 27, pp. 17-56). M. Piazzi Smyth a évalué approximativement, qu'à Edimbourg le nombre de ces météores d'éclats divers avait été de près de 3000 entre une et deux heures du matin, et que, dans un intervalle de huit heures, il devait y en avoir eu plus de 8000. Le temps a été généralement couvert en Suisse cette nuit-là. En novembre 1867, la position du point de radiation n'était pas favorable pour l'observation de ces météores en Europe, et le ciel y a été généralement nébuleux; mais ils ont été observés sur le continent américain, et ont présenté un éclat peu inférieur à celui de l'apparition de 1866 en Europe. Enfin, en novembre 1868, ils ont été observés de nouveau en très-grand nombre, soit en Europe, vers la fin de la nuit du 13 au 14, soit au Cap de Bonne-Espérance, en Australie et sur le continent américain. Cette succession de brillantes apparitions de ces météores lumineux pendant quatre années, qui s'est manifestée aussi vers 1833, paraît prouver que l'arc de leur orbite sur lequel existe une considérable condensation, est beaucoup plus étendu qu'on ne le supposait précédemment.

L'astronome Adams, de Cambridge, en Angleterre, a étudié, dans les *M. N.* d'avril 1867, les éléments de l'orbite de ces météores, résultant de mémoires publiés par le professeur Newton dans un journal scientifique américain. En examinant le mouvement de la ligne des nœuds

de cette orbite, que M. Newton a trouvé de 29′ en 33 ans $^1/_4$, il a cherché à le déterminer par l'action perturbatrice des principales planètes sur l'orbite des météores, et il a trouvé ainsi, en adoptant cette durée de période, un mouvement des nœuds de 28′, dont 20′ étaient dues à l'action de Jupiter, 7′ à celle de Saturne et 1′ à celle d'Uranus. Cet accord de la théorie avec l'observation, sur ce point, tend fortement à confirmer la réalité de la période de 33 ans $^1/_4$, admise pour le retour de l'apparition de ces corpuscules lumineux.

M. Hoek, directeur de l'observatoire d'Utrecht, dont j'ai cité, dans ma Notice de 1866, les premières recherches sur l'origine et le groupement des comètes, a constaté depuis que les trois comètes, n°s 3 et 5 de 1857 et n° 3 de 1867, ont une origine commune. La découverte de M. Schiaparelli lui a suggéré l'idée de chercher une connexion entre les systèmes de comètes et d'étoiles tombantes. Le numéro de mars 1868 des *M. N.* renferme un savant mémoire théorique d'une vingtaine de pages, de cet astronome, sur les phénomènes que présente un essaim étendu de météores, venant de l'espace céleste, après son entrée dans le système solaire. Il y montre, entre autres, la nécessité de tenir compte, dans ces recherches, de l'attraction de la Terre, en reconnaissant que M. Schiaparelli l'a déjà fait, dans un mémoire que M. Hoek n'a reçu qu'après avoir effectué de son côté la plupart de ses calculs sur les trajectoires des météores.

Cratère lunaire Linné.

M. Jules Schmidt, astronome très-actif à Athènes, dont j'ai cité plus haut quelques travaux sur les comètes, et qui s'occupe beaucoup aussi de la variabilité d'éclat des

étoiles, a signalé, en novembre 1866, à M. Birt, dans une lettre insérée page 93 du tome 27 des *M. N.*, la disparition d'un cratère de la Lune, situé dans la *mer de la Sérénité*, et auquel M. Mædler a donné le nom du célèbre naturaliste Linné. Dès lors, un grand nombre d'autres astronomes se sont attachés à observer ce point du disque lunaire, et ont constaté, comme M. Schmidt, qu'au lieu d'un profond cratère, on n'y apercevait plus qu'un petit nuage blanchâtre. Cependant, déjà le mois suivant, les astronomes de Berlin, MM. Fœrster et Tietjen, apercevaient encore distinctement le cratère avec la grande lunette de leur observatoire.

M. Huggins a donné (p. 296 du tome 27 des *M. N.*) une figure de ce cratère, et il a cité un passage de l'ouvrage descriptif de Schrœter sur la Lune, publié en 1788, indiquant ce cratère comme étant douteux et ne se présentant quelquefois que comme une tache blanche. M. Birt (pages 220 et 238 du tome 28 des *M. N.*) a mentionné d'autres observations récentes, tendant à prouver que ces diversités d'apparences tiennent uniquement à celles de l'éclairage solaire, et il a signalé d'autres cratères sujets aux mêmes variations d'aspect.

Travaux divers.

Je suis bien loin de pouvoir entrer ici dans l'énumération de toutes les recherches astronomiques actuelles. J'en citerai cependant encore brièvement quelques-unes.

Le prof. *Newcomb* a publié de nouvelles tables des mouvements de la planète Neptune. M. *Richard Proctor* a comparé des figures de la surface de Mars, récemment dessinées par M. Browning, avec celle dessinée par Hooke en 1666, et il en a déduit, pour la durée la plus

probable de la rotation de cette planète sur elle-même, la valeur $22^h37^m22^s,735$.

M. *Vogel*, astronome attaché à l'observatoire de Leipsic, dont M. Bruhns est le directeur, a déterminé, en janvier 1869, le diamètre de la planète Uranus, et l'a trouvé en moyenne de 3″,91 à une distance 1,778 de la Terre (celle de la Terre au Soleil étant 1).

M. *Buckingham* a signalé (p. 6 du tome 28 des *M.N.*) l'existence, près de la brillante étoile α de la Lyre, de trois autres très-petites étoiles non encore reconnues. Il possède trois objectifs achromatiques de l'artiste anglais Wray, le premier de 9 pouces de diamètre et 14 $^1/_3$ pieds de longueur focale, monté équatorialement avec un mouvement d'horlogerie de Foucault, le second de 20 pouces de diamètre, et le troisième de 21 $^1/_4$ pouces d'ouverture et 25 $^2/_3$ pieds de longueur focale, monté aussi équatorialement. Avec des grossissements linéaires allant jusqu'à 1800, cette dernière lunette lui fait voir très-nettement les cinquième et sixième étoiles du trapèze de la nébuleuse d'Orion, les petits satellites d'Uranus et celui de Neptune. Il distingue aussi plusieurs étoiles sur la nébuleuse dite *Dumb Bell* ou *Cloche à plongeur*.

M. *Harrison* a fait voir (p. 41 du même volume) que les résultats de huit années d'observations thermométriques faites à Oxford, et de seize années de ces mêmes observations à Berlin et à Greenwich, en les disposant graphiquement suivant l'âge de la Lune, manifestent également une élévation de température bien marquée vers le sixième ou le septième jour de la lunaison, et un abaissement sensible peu après la pleine Lune. La différence entre ces extrêmes est en moyenne de 2 $^1/_2$ degrés de l'échelle de Fahrenheit.

Société astronomique Allemande.

Il s'est organisé en Allemagne une société astronomique, qui a été fondée à Heidelberg en 1863 et a eu jusqu'à présent, sous la présidence du professeur Argelander, deux réunions bisannuelles, la première à Leipsic, du 31 août au 2 septembre 1865, la seconde à Bonn, du 22 au 24 août 1867. La troisième doit avoir lieu à Vienne en 1869. D'après un compte rendu sommaire de ses travaux, inséré p. 268-270 du tome 28 des *M. N.*, cette Société a publié depuis 1865, outre un journal trimestriel, diverses tables pour calculer les perturbations planétaires, des réductions d'observations d'étoiles, des recherches de M. Auwers sur la variabilité des mouvements propres des étoiles, etc., etc. Elle s'est aussi spécialement occupée de la réduction des anciennes observations des comètes périodiques.

Travaux astronomiques Français.

On doit regretter, ce me semble, qu'il y ait actuellement, en France, moins d'amateurs actifs d'astronomie qu'il n'y en avait dans le siècle dernier et au commencement du siècle actuel. Il y existe aussi moins de journaux dans cette partie qu'en Angleterre et en Allemagne, et jusqu'à présent il n'y a pas eu de rapports annuels publiés par les directeurs d'observatoires, ou par des sociétés astronomiques, comme il y en a dans d'autres pays.

Les *Comptes Rendus* des séances de l'Académie des sciences, dont on doit, je crois, l'institution à M. Arago, pendant qu'il était secrétaire de ce corps savant, offrent la principale source authentique de renseignements sur le

mouvement scientifique français. J'ai eu heureusement à ma disposition, pour l'esquisse suivante, deux documents spéciaux, dont je serai heureux de pouvoir profiter, en revenant parfois ainsi un peu en arrière sur quelques travaux qui y sont relatés.

M. Delaunay, membre de l'Institut et du Bureau des longitudes, a été chargé, en 1867, par le ministre de l'instruction publique, de rédiger un *Rapport sur les progrès de l'astronomie en France*, pendant les vingt-cinq dernières années. Ce rapport occupe 38 pages de format grand in-8°. L'auteur y passe successivement en revue rapide les recherches de MM. Le Fort, Bourget et Yvon Villarceau sur le mouvement elliptique et la détermination des orbites de planètes ou de comètes ; puis celles de MM. Cauchy, Bourget, Puiseux et Le Verrier sur les perturbations planétaires. Il parle des tables des mouvements de la Terre, de Mercure, de Vénus et de Mars publiées sucessivement par ce dernier astronome, et rappelle sa mémorable découverte théorique de la planète Neptune en 1846. M. Delaunay passe ensuite à la théorie de la Lune, et après avoir cité les recherches précédentes, il entre dans quelques détails sur son propre travail sur ce sujet, qui occupe en entier les volumes 28 et 29 des Mémoires in-4° de l'Académie des sciences de Paris, publiés en 1860 et 1867. Il y a adopté une méthode spéciale, en remplaçant un petit nombre de calculs très-compliqués, par un grand nombre de calculs distincts et plus simples. Cela lui a permis de pousser les approximations jusqu'aux quantités du sixième ordre par rapport à la force perturbatrice, et même à celles du septième au neuvième pour certaines inégalités de la longitude et de la latitude. Aussi, tandis que

Plana, dont le travail sur la Lune était déjà énorme, avait déterminé 128 inégalités en longitude et 108 en latitude, M. Delaunay en a calculé 452 pour le premier de ces éléments et 419 pour le second. Le nombre des termes partiels, dans le calcul des coefficients des inégalités, était de 466 pour la longitude et de 321 pour la latitude dans la théorie de Plana. Ces nombres sont respectivement de 1801 et de 1407 dans celle de M. Delaunay. Tous ces résultats, obtenus sous forme algébrique, ont été réduits en nombres, et vont servir de base à la construction de nouvelles *Tables Lunaires*. J'ai eu déjà l'occasion de dire quelques mots sur l'explication qu'a proposée M. Delaunay du fait que la loi de la gravitation ne donne, pour le coefficient de ce qu'on nomme *l'équation séculaire de la Lune*, que la moitié de la valeur résultant des observations, en attribuant cette différence à un très-léger ralentissement du mouvement de rotation de la Terre, provenant de l'action de la Lune sur les eaux de la mer. Quant à l'inégalité lunaire à longue période signalée par Laplace, M. Delaunay a fait voir qu'elle existe réellement, mais que sa valeur numérique est insensible. M. Ch. Simon a montré, en 1863, que l'axe lunaire subit une nutation semi-mensuelle d'environ 86 secondes de degré, analogue à la nutation semi-annuelle que subit l'axe terrestre. M. J.-A. Serret a présenté à l'Académie, en 1859, une nouvelle étude du mouvement de la Terre sur elle-même, d'où résulte que le déplacement de son axe à l'intérieur du globe doit y produire des variations dans les longitudes et latitudes terrestres, variations dont jusqu'à présent, d'après M. Delaunay, l'observation n'a pas indiqué l'existence. Il rappelle, enfin, les expériences du pendule et du gyroscope de M. Foucault, qui ont rendu sensible le mou-

vement de rotation de la Terre. Ce savant ingénieux, dont on regrette la mort récente, était parvenu, en 1862, à mesurer directement la vitesse de la lumière, par une expérience remarquable, exécutée à la surface de la Terre dans l'espace de quelques mètres; en combinant la valeur de cette vitesse, ainsi obtenue, avec celle de l'aberration adoptée par les astronomes, il a trouvé 8″,86 pour la parallaxe du Soleil. M. Le Verrier est arrivé pour le même élément, d'après sa détermination de la valeur numérique de ce qu'on nomme l'équation lunaire du Soleil, au chiffre de 8″,95. M. Delaunay cite ensuite les recherches de M. Faye sur la constitution du Soleil, qu'il regarde comme une masse gazeuse, et sur ses taches, recherches communiquées à l'Académie de 1865 à 1867. Il présente un tableau détaillé de vingt-sept petites planètes télescopiques, comprises entre les orbites de Mars et de Jupiter, qui ont été découvertes en France, de 1852 à 1866, savoir : quatorze à Paris par M. H. Goldschmidt, six à Paris par M. Chacornac, quatre à Marseille par M. Tempel, deux à Marseille par M. Stéphan et une à Nîmes par M. Laurent.

M. Valz, dont on connaît les travaux sur les comètes, avait proposé en 1847, pendant qu'il dirigeait l'observatoire de Marseille, la construction de nouvelles cartes célestes de part et d'autre de l'écliptique, comprenant les étoiles de 1re à 12me grandeur. S'étant adjoint, en 1852, M. Chacornac, ce dernier a commencé l'exécution de ce plan, d'abord à Marseille, puis à l'observatoire de Paris, auquel il fut attaché en mars 1854. Trente-six de ces cartes, comprenant plus de 60000 étoiles, ont déjà été publiées de 1856 à 1863, et elles ont servi à la dé-

couverte de plusieurs des nouvelles petites planètes[1]. M. Chacornac ayant quitté l'observatoire de Paris, s'est établi à Lyon, où il continue à s'occuper de travaux astronomiques.

M. Laugier a présenté à l'Académie, en 1857, un catalogue des déclinaisons de 140 étoiles fondamentales, résultant d'environ trois mille observations, qu'il avait faites, de la fin de 1851 au commencement de 1854, avec le Cercle-mural de Gambey de l'observatoire de Paris. M. Laugier a déterminé aussi la position exacte dans le ciel de 53 nébuleuses, dont il a publié le catalogue.

M. Delaunay parle ensuite des travaux de MM. Le Verrier, Yvon Villarceau, Faye et Roche relatifs aux comètes, des observations d'étoiles filantes par M. Coulvier-Gravier et des conséquences qu'en a tirées M. Schiaparelli. Il dit, enfin, quelques mots sur les miroirs paraboliques en verre argenté de M. Foucault.

M. Delaunay a publié un traité élémentaire d'astronomie fort estimé. On trouve aussi de lui, dans les *Annuaires du Bureau des longitudes* pour 1868 et 1869, d'intéressantes Notices sur la Lune et sur la constitution de l'univers, qui rappellent celles, si remarquables, que M. Arago a longtemps publiées dans cet Annuaire, Notices qui ont constitué la première base de son *Astronomie populaire* en quatre volumes.

[1] Tout récemment, dans la séance de l'Académie du 19 avril 1869, M. Laugier lui a fait un rapport favorable sur un grand atlas de vingt-cinq cartes célestes, publié par M. Ch. Dien et renfermant plus de cent mille étoiles, jusqu'à celles de dixième grandeur. Ce géographe a imaginé un appareil latéral, adjacent à l'oculaire d'une lunette équatoriale ayant un mouvement d'horlogerie, qui permet de tracer successivement, sur une feuille de papier, les diverses étoiles d'un même groupe.

M. Le Verrier, directeur de l'observatoire impérial de Paris depuis 1854, y a imprimé une grande activité en fait de travaux et de publications, et il a exercé aussi la même influence sur l'observatoire de Marseille. Ayant eu connaissance d'un mémoire imprimé, adressé par cet astronome au Conseil d'État impérial dans l'été de 1868, sous le titre de *Notes administratives*, je vais en extraire quelques renseignements qui me paraissent dignes d'intérêt.

Depuis 1854, on a : 1° Monté équatorialement à l'observatoire de Paris une lunette de $3^m,5$. 2° On a acquis une nouvelle lunette équatoriale de 4 mètres, et construit le pavillon nécessaire pour placer cette lunette et la précédente. 3° On a établi sur la tour de l'ouest un grand équatorial, muni d'une lunette de 5^m de distance focale. 4° On a établi un grand cercle-méridien, dont la lunette a 4^m de distance focale. 5° M. Foucault a construit, pour l'observatoire, de nouveaux télescopes à miroir de verre argenté, de 20, 40 et 80 centimètres de diamètre. 6° On y a établi un grand chercheur de planètes et de comètes, d'une disposition nouvelle, ainsi que des instruments méridiens portatifs, pour la détermination des longitudes et latitudes terrestres.

Une somme de près de quatre cents mille francs a été accordée par l'Empereur et les grands Corps de l'État, pour doter le pays d'une lunette exceptionnelle de 16^m de longueur focale, et d'un grand télescope, avec miroir de $1^m,20$ de diamètre.

Quant aux travaux astronomiques, depuis la même époque plus de deux cent mille observations ont été faites et calculées; on a construit un catalogue de 306 étoiles fondamentales ; on termine la révision du catalogue de Lalande de 48,000 étoiles. On a exécuté des opéra-

tions astronomiques pour la détermination des longitudes, latitudes et azimuts, à Bourges, au Havre, à Brest, Nantes, Marennes, Biarritz, Dunkerque, Strasbourg, Talmay, Lyon, Carcassonne, Rhodez et St-Martin du Tertre. Le réseau a même été étendu jusqu'à Greenwich d'une part, et jusqu'à Madrid de l'autre.

M. Yvon Villarceau est un des principaux astronomes qui ont exécuté ces opérations, à la suite d'un rapport adressé, en 1862, au ministre de l'Instruction publique par le Bureau des longitudes, et publié dans la *Connaissance des temps* pour 1864.

On a fondé à Marseille, il y a quatre ans, une succursale pourvue de bons instruments. La municipalité a accordé libéralement les ressources pécuniaires, et a affecté un vaste terrain au service de l'astronomie. Le début de l'établissement a été signalé par la découverte de quatre astres nouveaux, en vingt mois, due à l'impulsion de M. Stéphan.

L'administration a fait calculer les observations de Paris antérieures à 1854, et l'ensemble de ces observations réduites a été publié en dix forts volumes in-4°. Celles faites pendant les douze dernières années (y compris 1866), ont paru aussi en douze volumes in-4°.

A ces volumes, il faut en joindre neuf autres, contenant des mémoires sur l'astronomie, la géodésie, la physique, etc. Les deux premiers de ces volumes renferment, entre autres, un grand travail écrit pour l'instruction des astronomes de l'établissement, et que M. Biot a appelé un *Code astronomique*. Ces *Annales* renferment aussi les théories des mouvements de Mercure, Vénus, la Terre et Mars. Les tables qui en résultent sont adoptées en Europe et en France pour la rédaction des éphémé-

rides. Dans une conférence astronomique qui a eu lieu à Bonn, sous la présidence de M. Struve, on a invité M. Le Verrier à se charger d'établir aussi les théories des planètes supérieures, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, et il a accepté ce mandat.

Le télescope à miroir de verre argenté de M. Léon Foucault, qui a 80 centimètres de diamètre, est actuellement à Marseille. M. Stéphan, qui travaille ordinairement dans l'observatoire de cette ville, a été faire, dans le golfe de Siam, avec M. Janssen, l'observation de l'éclipse totale de Soleil de 1868.

M. Le Verrier s'est aussi fort occupé du développement des travaux météorologiques en France. Il a dirigé, pendant quelques années, la publication, à l'observatoire de Paris, d'un *Bulletin international* quotidien, rapportant, d'après des communications télégraphiques, les principales circonstances météorologiques, à une heure donnée, en un grand nombre de stations européennes. Je crois que cette publication a cessé depuis quelque temps. Mais M. Le Verrier dirige maintenant celle d'un *Bulletin hebdomadaire* in-8° de l'*Association scientifique de France,* association dont il est président, qui a des sessions successives en diverses villes de France, et qui cherche, entre autres, à y encourager les observations météorologiques, en décernant des médailles aux Écoles normales et aux particuliers qui se distinguent par leur zèle dans ce genre de travaux. Il a déjà paru un premier *Atlas météorologique* annuel, renfermant, entre autres, la distribution des pluies sur la surface de la France, de juin 1866 à juin 1867, et les cartes des deux années suivantes doivent paraître au mois d'août prochain. Il existe aussi, à Paris comme à Londres, des Sociétés spéciales

de météorologie et de géographie, mais je ne suis pas appelé à rendre compte ici de leurs utiles travaux. Le Bulletin de l'Association scientifique renferme assez souvent de courtes communications astronomiques, et le numéro 119, du 9 mai 1869, contient, entre autres, une note de M. Puiseux sur le passage de Vénus de 1874, faisant suite aux travaux d'une commission sur ce sujet, présidée par l'amiral Jurien de la Gravière.

Modifications récentes dans l'administration de l'observatoire de Paris, et projet de nouvel établissement.

A la suite de quelques articles de journaux, et de discussions qui ont eu lieu, au commencement de 1868, dans diverses séances de l'Académie des sciences de Paris, au sujet de l'observatoire impérial, soit sur les fréquentes mutations qui s'étaient effectuées dans le personnel de ses employés, soit sur le local lui-même, envisagé par sa construction et sa position comme peu favorable pour le développement actuel de la science : un décret du gouvernement, en date du 3 avril 1868, inséré dans le *Moniteur* du 5 et reproduit dans le *Cosmos* du 11, a introduit plusieurs modifications importantes dans l'administration de cet établissement. Voici l'extrait de ce décret, qui a 21 articles.

Le personnel de l'observatoire comprend : un directeur, des astronomes ou physiciens titulaires, dont le nombre peut s'élever à huit, des astronomes-adjoints, des aides astronomes ou physiciens et des calculateurs, en nombre variable selon les besoins du service, et un secrétaire agent comptable. Il est de plus institué un Conseil de neuf membres, y compris le directeur, membre de droit et président. Ce Conseil, nommé annuel-

lement par le ministre de l'instruction publique, se compose : 1° d'un membre du Bureau des longitudes; 2° de trois membres choisis, soit dans l'Académie des sciences, soit parmi les hauts fonctionnaires de la marine et de l'enseignement scientifique; 3° de quatre astronomes ou physiciens titulaires. Ce Conseil se réunit à l'observatoire au moins une fois par mois, et la présence de six membres est nécessaire pour délibérer. Le directeur prépare le plan général à suivre pour l'exécution et la publication des travaux. Ce plan est communiqué au Conseil, qui donne son avis. Le ministre statue définitivement. Le directeur publie chaque année les observations faites dans l'année précédente, ainsi que la réduction de ces observations et leur comparaison avec la théorie. Il soumet aussi, chaque année, un rapport sur les travaux de l'observatoire, auquel sont annexés les comptes rendus spéciaux des fonctionnaires chargés des divers services. Le Conseil donne son avis, et le tout est envoyé au ministre. Le directeur joint à cet envoi son rapport sur le personnel. Des cours publics d'astronomie, de mécanique céleste et de physique du globe peuvent être donnés à l'observatoire par les fonctionnaires attachés à cet établissement, avec l'autorisation du ministre. Le directeur et les astronomes ou physiciens titulaires sont nommés par l'empereur; les astronomes-adjoints, aides-astronomes et secrétaire par le ministre, sur la proposition du directeur, après avis du Conseil. Les calculateurs et aides temporaires sont choisis par le directeur, avec des allocations fixées par le ministre. Les traitements des autres fonctionnaires sont déterminés par le décret lui-même. Celui du directeur est de 15,000 francs, ceux des astronomes ou physiciens varient de 6 à 8,000 francs, et

ceux des adjoints de 3,500 à 5,500 francs. Tous les deux ans, le ministre se fait rendre compte de la situation scientifique et des besoins de l'observatoire, par une commission de sept membres, dont le directeur fait partie, à l'exclusion des autres membres du Conseil.

On voit que ce décret d'organisation est grandiose, un peu compliqué, maintenant une forte action gouvernementale, telle qu'elle existe en France généralement, mais ayant d'ailleurs bien des traits de ressemblance avec ce qui a lieu pour les observatoires de Greenwich, de Poulkova et même de Madrid. On peut en espérer d'heureux résultats, si les stipulations du décret sont bien mises en pratique.

Par arrêté du ministre de l'instruction publique, M. Duruy, en date du 12 avril, le Conseil de l'observatoire impérial a été composé, pour l'année 1868, de MM. Le Verrier, président; Faye, membre du Bureau des longitudes, vice-président; Serret, membre de l'Académie des sciences ; du contre-amiral Dieudonné, du professeur Briot, et de MM. Yvon Villarceau, Marié Davy, Lœvy et Wolf, astronomes titulaires de l'observatoire, ce dernier remplissant les fonctions de secrétaire.

Quant à la question du maintien de l'observatoire actuel, ou de son transfert ailleurs, le ministre de l'instruction publique avait demandé un préavis à l'Académie des sciences, par une lettre à son président, M. Delaunay, en date du 17 avril 1868. Celle-ci en a très-longuement délibéré en comités secrets, et s'est, enfin, décidée, le 5 avril 1869, à transmettre au ministre la résolution suivante, adoptée, sur la proposition de M. Combes, par 53 voix sur 54 votants, et publiée dans le *Compte rendu* du 12 avril :

« Il importe que l'observatoire impérial actuel de Paris

soit conservé sans aucun amoindrissement, et en y ajoutant des logements pour les observateurs ; mais il est nécessaire qu'un autre observatoire de premier ordre, répondant à tous les besoins de la science, avec logements pour tout le personnel, soit fondé dans un lieu convenablement choisi, en dehors et à proximité de la ville de Paris.

« Les salles ou locaux d'observation du nouvel établissement seront placés vers le centre d'un terrain clos, appartenant à l'Etat, et assez vaste pour assurer leur isolement, à distance suffisante des constructions et voies de communications extérieures.

« L'ancien et le nouvel observatoire seront absolument indépendants l'un de l'autre : chacun d'eux poursuivra ses travaux librement, sous l'empire des règlements et la haute surveillance du ministre. »

Il faudra voir, maintenant, quel accueil sera fait à ce préavis de l'Académie. L'intérêt pour les progrès scientifiques est certainement assez général en France, dans les classes éclairées, et la protection des gouvernements qui s'y sont succédé ne leur a pas manqué. Mais le matériel et le personnel de deux observatoires de premier ordre, fort rapprochés l'un de l'autre, ne laissent pas de présenter bien des difficultés d'organisation, maintenant surtout que les instruments optiques sont de plus grande dimension.

Je terminerai ici un article déjà long, et où je n'ai pu donner, cependant, qu'une idée fort incomplète des progrès actuels de l'astronomie. Je n'y ai guère parlé que d'une partie de ce qui se fait, sous ce rapport, en Angleterre et en France ; si l'on voulait se former un tableau un peu plus général de la marche de la science, il y au-

rait encore beaucoup à dire sur les travaux récents effectués dans les autres États de l'Europe et en Amérique. Peut-être aurai-je, plus tard, l'occasion de traiter encore quelques parties de cet intéressant sujet.

P. S. Depuis la rédaction de cet article, M. Airy a bien voulu m'adresser un exemplaire du 34me de ses Rapports annuels (in-4°) au Bureau des visiteurs de l'observatoire royal de Greenwich, en date du 15 mai 1869. Le temps et l'espace me manquent pour en rendre ici un compte détaillé. Je me bornerai à en traduire, aussi littéralement que je le pourrai, un court paragraphe de la page 10, qui me paraît curieux, par la nouveauté de la recherche qui en fait l'objet.

« La question de la dépendance où le montant mesurable de l'aberration sidérale se trouve de l'épaisseur du verre ou d'autre matière transparente, dans une lunette (question liée théoriquement à l'un des points les plus délicats de la théorie ondulatoire de la lumière), a été récemment agitée sur le continent avec beaucoup de vivacité. J'ai calculé les courbures des lentilles de crown et de flint-glass (celle de flint étant extérieure) pour corriger l'aberration sphérique et chromatique, dans une lunette dont le tube est rempli d'eau, et j'ai donné des instructions à M. Simms pour préparer un instrument portant une lunette de ce genre. Je ne suis pas encore décidé sur le choix à faire, dans cette recherche, entre les distances zénitales de γ du Dragon et les ascensions droites de la Polaire. Sous l'une ou l'autre forme, l'expérience sera probablement embarrassante. »

SUR LA

CONSTRUCTION DES GALVANOMÈTRES

EMPLOYÉS A

MESURER LES DÉCHARGES ÉLECTRIQUES

ET SUR LE

PASSAGE DES COURANTS SECONDAIRES A TRAVERS L'ÉTINCELLE

Par M. E. EDLUND [1]

(Lu à l'Académie royale des Sciences de Stockholm, le 9 décembre 1868.)

I

Quand on fait passer le courant d'une décharge électrique par un galvanomètre dont les tours de spire sont parfaitement isolés, il arrive souvent que la position d'équilibre de l'aiguille est modifiée, et que cette modification persiste après la décharge. Cet inconvénient peut être plus ou moins grand selon la construction du galvanomètre et la distance qui sépare les tours de spire des parties mobiles de l'instrument; la quantité et la densité de l'électricité déchargée exercent en outre une influence considérable sous ce rapport. Quand les décharges électriques sont très-fortes, il peut arriver parfois que le galvanomètre ne puisse permettre des déterminations exactes du courant de décharge.

Plusieurs causes concourent à cette imperfection de l'instrument. Il est bien connu que de forts courants de décharge peuvent produire une modification de la distri-

[1] *Poggendorff's Annalen*, CXXXVI, p. 337.

bution du magnétisme dans l'aimant. La décharge peut rendre le magnétisme plus ou moins fort; il peut même changer les pôles, ou la direction de la ligne qui les relie. Quand le système d'aiguilles du galvanomètre est astatique, la décharge peut facilement modifier le rapport de l'intensité du magnétisme dans les deux aiguilles, d'où résulte une altération de la sensibilité de l'instrument, et quelquefois aussi une modification de la position d'équilibre du système d'aiguilles. Il est donc convenable de ne pas employer un système astatique lorsqu'on opère avec des décharges électriques. On doit choisir une aiguille simple et, pour la rendre plus sensible, neutraliser par un aimant extérieur une partie de la force directrice du magnétisme terrestre, ou mieux encore avoir recours au miroir avec lunette et division. Si, dans le cas d'une simple aiguille, le fil de suspension était sans torsion, la sensibilité de l'instrument serait indépendante de l'intensité magnétique de l'aiguille, parce que la force directrice de cette dernière diminuerait et augmenterait dans ce cas dans la même proportion que l'influence exercée sur elle par le courant. La position d'équilibre de l'aiguille serait aussi indépendante de l'intensité de l'aimant, si la direction de l'axe magnétique de l'aiguille restait invariable. La position d'équilibre persiste également quand on augmente ou diminue la force de l'aimant, pourvu que la force de torsion du fil tende à ramener l'aiguille dans le méridien magnétique. Ainsi, pour que l'instrument conserve, autant que possible, sa sensibilité, et en outre sa position d'équilibre, à la suite des modifications dans l'intensité du magnétisme qui peuvent être occasionnées par de fortes décharges, il faut que la force directrice qu'exerce, par la torsion, le fil de sus-

pension sur l'aiguille, soit très-faible en comparaison de l'action du magnétisme terrestre, et de plus il faut que la position d'équilibre qui résulte de la torsion coïncide avec le méridien magnétique. Selon le professeur Riess [1] on préserve efficacement le magnétisme de l'aiguille en plaçant entre elle et les tours de spire une douille de cuivre épaisse qui peut en même temps servir d'amortisseur pour faire rapidement cesser les oscillations.

Il est facile de s'assurer que l'action de l'électricité sur l'aimant n'est pas la seule ni même la principale cause de la modification de la position d'équilibre qui résulte du passage de la décharge à travers les tours du galvanomètre. Le galvanomètre que j'ai employé précédemment dans mes expériences sur la force électromotrice de l'étincelle électrique, était muni d'une aiguille simple reliée à un miroir à l'aide duquel on lisait les déviations à la manière ordinaire au moyen d'une lunette et d'une échelle graduée. Le miroir était de verre, sa face postérieure était recouverte d'une lame métallique mince. Le fil du galvanomètre était de cuivre, de 1 millimètre de diamétre et était recouvert d'une couche de gutta percha de 2 millimètres d'épaisseur, ce qui donnait au fil une épaisseur totale de 5 millimètres, y compris la couche isolante. Ce fil faisait 40 tours autour d'un cadre d'acajou. L'ouverture du cadre dans lequel l'aiguille était suspendue au moyen d'un fil de cocon, avait 50 millimètres de longueur sur 30 millimètres de hauteur. L'aiguille aimantée avait une longueur de 42 millimètres. Le miroir était situé au-dessus du cadre autour duquel le fil était enroulé, et le tout était placé sous une cloche de verre.

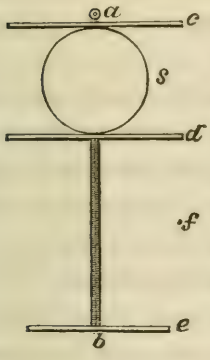
[1] Mémoire. *Zu der Lehre von der Reibungs-Electricitæt.* Berlin, 1867, p. 314.

Maintenant quand on remplaçait l'aiguille aimantée par une aiguille de laiton de la même dimension, et qu'après avoir fixé le miroir à cette aiguille on le suspendait à deux fils de cocon, ce qui donnait une position d'équilibre fixe au système mobile, il arrivait, lors d'une forte décharge, traversant le fil du galvanomètre, que la position d'équilibre déterminée par la suspension bifiliaire était modifiée. Dans ces conditions, la cause du changement de la position d'équilibre ne pouvait pas être attribuée à une modification du magnétisme de l'aiguille, puisqu'il ne se trouvait point d'aiguille aimantée dans l'instrument. La cloche de verre ayant été soulevée avec précaution, l'examen du miroir montra qu'il était électrisé. Ainsi, la cause de la modification de la position d'équilibre résidait dans l'influence électroscopique exercée sur les parties fixes de l'instrument, par la distribution électrique produite par la décharge dans les parties mobiles.

Il faut donc combiner les parties mobiles de l'instrument de telle façon, ou leur donner une forme telle, que l'influence électrique qui s'exerce entre elles et les parties fixes ne puisse pas faire tourner le système mobile autour de son axe. Il est évident que, si le corps mobile suspendu au fil de cocon était terminé par une surface de rotation, ayant pour axe le prolongement du fil de cocon vertical et formée d'une substance conductrice de l'électricité, l'influence électroscopique entre ce corps et les parties fixes de l'instrument ne pourrait produire aucune torsion autour de cet axe. Si de l'électricité positive ou négative s'est accumuleé sur un point, par exemple sur le fil conducteur recouvert de gutta-percha, ce dernier détermine une composition de l'électricité dans le corps susnommé ; l'électricité de nom con-

traire s'accumule au point le plus rapproché du point d'attraction fixe, et l'autre électricité est repoussée le plus loin possible. Mais si le corps est terminé par une surface comme celle que nous venons de mentionner, il est facile de comprendre que la ligne qui réunit le point d'attraction fixe et les deux points correspondants du corps mobile, passe par l'axe de rotation, et qu'il ne peut pas se produire de rotation. La seule chose possible, c'est que le système soit un peu dévié latéralement de façon que l'axe de rotation ne soit plus vertical; mais il ne peut pas en résulter de rotation pourvu que le centre de gravité du système se trouve dans l'axe. Toutefois, comme un miroir est indispensable pour la lecture, il n'est pas possible de donner cette forme au système mobile. J'ai essayé dès lors d'atteindre le but de la manière suivante :

J'ai remplacé le miroir de verre, dont je m'étais servi jusqu'alors, par un miroir d'argent rond et à surface plane, d'un diamètre de 30 millimètres. Mon intention était d'écarter le verre qui n'est pas conducteur. Au-dessus et au-dessous de ce miroir, et en contact immédiat avec lui, a été adapté un disque horizontal de métal mince. Les deux disques avaient la même dimension, 50 millimètres de diamètre, et l'axe de rotation du système suspendu au fil de cocon passait par leur centre. L'aiguille aimantée était incrustée dans un disque de cuivre de telle façon que la face supérieure de l'aiguille et du disque se trouvassent dans le même plan et que leurs centres coïncidassent au même point. Pour établir une conductibilité parfaite entre l'aiguille et le disque, ils avaient été réunis ensemble par de la soudure forte. Ce disque a été placé horizontalement, son centre coïncidant avec l'axe de rotation, la figure ci-contre rend la disposition plus compréhensible :



s est le miroir d'argent, *a b* la tige ronde métallique qui constitue l'axe de rotation, et *c*, *d* et *e* sont les disques métalliques dont le dernier, *e*, porte l'aiguille aimantée incrustée. Les tours du galvanomètre entourent le disque *e* et passent entre *d* et *e* de manière à laisser en dessus les deux autres disques et le miroir. Si, maintenant, lors d'une décharge, il reste de l'électricité en un point, en *f*, par exemple, sur les tours, il est évident qu'il ne peut en résulter aucune torsion par influence sur les disques *c*, *d* ou *e*. Quant à l'électricité qui, en raison de la décomposition, se manifeste dans le miroir *s*, une partie est repoussée dans le disque *c*, l'autre est attirée dans le disque *d*; elles ne nuisent ainsi ni l'une ni l'autre.

L'expérience a montré que cette disposition présente un avantage bien réel sur la précédente. Dans mes expériences antérieures, une bouteille de Leyde chargée à saturation, ne pouvait pas être déchargée à travers le fil du galvanomètre sans occasionner un grand dérangement dans la position d'équilibre. Quand l'un des fils conducteurs du galvanomètre était relié directement avec un des soutireurs de la machine à influence de Holtz, tandis que l'autre communiquait avec une boule à proximité de l'autre soutireur, de manière à ce que, pendant que la machine était en activité, les étincelles sautassent entre deux, il se manifestait également dans mes précédentes expériences un dérangement notable dans la position d'équilibre qui cessait avec l'action de la machine. Il était alors nécessaire, pour éviter cet inconvénient, de met-

tre un arc de communication entre les fils conducteurs *devant* le galvanomètre, pour ne donner passage qu'à une petite partie de la décharge.

Cet arc était complétement superflu avec la nouvelle disposition de la partie mobile du galvanomètre, et le courant de décharge pouvait en totalité traverser le galvanomètre sans inconvénient. Quand la décharge était particulièrement forte elle entraînait bien à la vérité un dérangement dans la position d'équilibre; mais la modification n'était pas assez prononcée pour nuire à l'exactitude de l'expérience, et encore moins pour la rendre impossible. Il y avait une modification notable de la position d'équilibre dans le seul cas où l'un des fils du galvanomètre était en communication avec l'un des soutireurs de la machine à influence, tandis que l'autre extrémité du fil était libre et isolée, de façon à saturer d'électricité le fil du galvanomètre pendant que la machine était en mouvement. Toutefois, cette modification disparaissait instantanément dès qu'un des fils du galvanomètre était mis en communication avec la terre par un conducteur. Ces essais ont été faits soit lorsque le disque de métal qui portait l'aiguille aimantée incrustée était vissé à l'axe de rotation, soit lorsque ce disque était remplacé par un autre de même dimension mais sans aimant, auquel cas on donnait au système sa position d'équilibre au moyen d'une suspension bifilaire par deux fils de cocon. Comme les expériences conduisaient, dans les deux alternatives, au même résultat, il fallait bien que la cause du dérangement de la position d'équilibre eût une origine électroscopique. Quand on enlevait les disques *c* et *d*, les modifications de la position d'équilibre étaient considérablement augmentées; ils remplissaient, par con-

séquent, le but auquel ils étaient destinés. La raison pour laquelle le galvanomètre, avec cette nouvelle disposition des parties mobiles, n'était pas complétement insensible à de très-fortes décharges consiste probablement en ce que le système mobile, suspendu au fil de cocon, est attiré un peu de côté par l'attraction électrique de manière à faire dévier l'axe de rotation de la position perpendiculaire. Quand, dans ce cas, l'ensemble de l'instrument n'est pas bien centré de manière que le centre de gravité tombe dans l'axe de rotation, ce qui est très-difficile, sinon impossible à réaliser, il est évident qu'il doit se produire une torsion ou un dérangement dans la position d'équilibre. Les phénomènes électroscopiques pouvant, dans certaines circonstances, ressembler assez complétement aux phénomènes magnétiques pour qu'on puisse facilement les confondre, il faut avoir soin, avant d'employer un galvanomètre à des mesures effectives, de s'assurer que, dans les circonstances dans lesquelles on opère, il ne peut se produire aucune influence électroscopique.

II

Quand un conducteur fermé se trouve à proximité de l'arc de fermeture d'une batterie électrique, il se produit dans le premier un courant électrique lors de la décharge de la batterie par le second. Ce courant secondaire dans le conducteur fermé est d'autant plus fort que l'influence des deux fils s'exerce par des portions plus grandes de ces fils. Par conséquent, pour obtenir un grand effet d'induction, on peut enrouler les deux fils en spirale et rapprocher les deux spirales l'une de l'autre. Ces courants ont été découverts à peu près simultanément par Henry, Marianini et Riess. Une induction ana-

logue est encore engendrée, quand l'arc de fermeture de la batterie offre à un endroit deux branches, dont l'une est longue et tournée en spirale. La décharge de la batterie qui se partage dans ce cas entre les deux branches, produit dans la spirale un courant d'induction qui se décharge par l'autre branche. M. le baron Wrede a démontré [1] théoriquement que ces courants, de même que ceux qui ont pour origine une induction galvanique, sont formés de deux courants égaux quant à la quantité, dont l'un suit une direction opposée à celle du courant de la décharge électrique et l'autre la même direction que ce dernier. Puisque ces courants sont égaux à l'égard de la quantité et qu'ils suivent des directions opposées, ils ne peuvent pas produire une déviation de l'aiguille aimantée, mais ils peuvent développer de la chaleur; toutefois, comme leur intensité peut être inégale, ils peuvent aussi occasionner une distribution magnétique dans des aiguilles d'acier trempé. Cette opinion, qui repose sur des raisons théoriques relatives à la nature des courants d'induction, a été confirmée depuis qu'on a trouvé un moyen infaillible à l'aide de la soupape électrique, de séparer les deux courants dirigés en sens inverse. La soupape électrique consiste en un cylindre de verre creux, dans lequel on peut raréfier l'air à volonté; l'une des extrémités du cylindre est fermée hermétiquement par une plaque de verre, et l'autre est munie d'une douille à robinet qu'on peut mettre en communication avec la pompe pneumatique. La plaque de verre donne passage à son centre à un fil de platine qui se termine à la surface in-

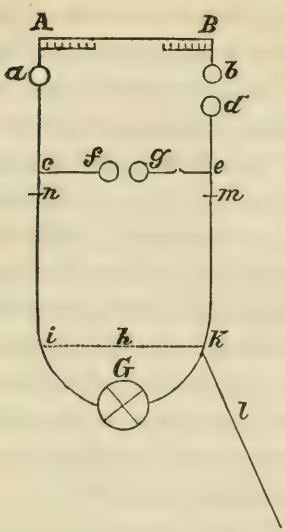
[1] *Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie.* Berzélius, 1841, p. 119.

térieure de la plaque et dont l'extrémité extérieure peut être reliée avec un conducteur. De la douille de laiton part à l'intérieur une tige de laiton qui se termine par un disque du même métal, parallèle et très-rapproché de la plaque de verre. Maintenant, quand l'air est suffisamment raréfié et que le fil de platine est rattaché à l'un des bouts de la spirale d'induction, tandis que la douille de laiton communique avec son autre bout, on observe que l'un seulement des deux courants d'induction parvient à traverser la soupape. M. Riess a trouvé en effet que, lorsqu'on introduit un galvanomètre dans le circuit, l'aiguille aimantée éprouve une déviation dont la direction dans l'un ou l'autre sens dépend de l'extrémité de la spirale d'induction qui communique avec le fil de platine [1].

Dans mes recherches sur la force électromotrice de l'étincelle électrique il ne se trouvait pas d'autre spirale dans les conducteurs que le fil du galvanomètre même, qui faisait 40 tours [2]. Des courants d'induction se produisaient en effet dans cette spirale quand elle était traversée par la décharge électrique ; mais il est facile de reconnaître qu'en raison de la disposition des expériences ces courants d'induction ne pouvaient exercer aucune influence sur la déviation de l'aiguille aimantée. Dans la figure ci-contre AB représente le disque à influence tournant, et *a*, *b* les deux soutireurs ; *a* communiquait directement par un fil de cuivre isolé *a c*, tandis que le fil isolé *d e* se terminait par une boule de laiton *d* à une petite distance de *b*. Des points *c* et *e* partaient des fils isolés rejoignant les boules *f* et *g*. Deux autres fils

[1] *Poggend. Annalen*, CXX, p. 513.

[2] *Ofversigt af K. Vek. Akad. Förhandl.* 1868, p. 327. — *Poggend. Annalen*, CXXXIV, p. 337.



partaient des points *c* et *e* et communiquaient au galvanomètre G. En *m* était intercalé un rhéostat formé d'un fil d'argentan mince et isolé. Entre les points *i* et *k* était adapté un pont de fil d'argentan *h*, qui se reliait en outre en *k* au conducteur *l* aboutissant à la conduite d'eau de la maison et établissant ainsi la communication avec la terre. Quand on faisait tourner le disque AB, les étincelles sautaient entre *b* et *d* comme entre *f* et *g* et l'aiguille aimantée était déviée. La résistance dans le fil *h* était incomparablement plus faible que celle du rhéostat *m* et de celle dans l'étincelle entre *f* et *g*. Les courants d'induction qui étaient engendrés dans les tours du galvanomètre passaient par conséquent presque exclusivement par l'arc *h* et comme ils étaient de sens contraire, mais égaux en quantité, l'effet qu'ils exerçaient sur l'aiguille aimantée devait rester inappréciable. Tel n'aurait pas été le cas sans le pont *h*, car les courants auraient dû passer par l'étincelle entre *f* et *g* parce que cette dernière, comme on le prouvera plus loin, exerce la même action qu'une soupape électrique, c'est-à-dire qu'elle laisse passer l'un des courants tandis qu'elle arrête l'autre. Les expériences de polarisation ont montré en outre que le courant obtenu doit être attribué à l'étincelle entre *f* et *g* et non à l'induction du courant de décharge dans les tours du galvanomètre. Dans ces expériences on avait écarté le galvanomètre sans introduire d'autres spirales dans le cir-

cuit, de sorte qu'il ne pouvait pas se produire d'induction. Après que le galvanomètre a été amélioré, de manière à pouvoir supprimer le pont *h*, comme il a été montré plus haut, j'ai étudié de plus près les phénomènes d'induction et les résultats que j'ai obtenus m'ont paru présenter assez d'intérêt pour les consigner ici.

Pendant la construction du galvanomètre, je fis faire en vue de ces expériences d'induction une bobine de tous points semblable à celle du galvanomètre. Les cadres de bois avaient la même dimension, le fil recouvert de gutta-percha était le même et le nombre de tours quarante dans chacune. Les deux bobines devaient donc dans les mêmes circonstances exercer la même action d'induction. En supposant égal à cent la résistance dans le rhéostat *m*, celle des deux bobines était 4,5, et la résistance des deux conducteurs qui reliaient les points *c* et *e* avec le galvanomètre était la même. Les expériences suivantes ont été faites avec cette bobine, que nous désignerons par R.

Expérience 1. — Le pont *h* a été enlevé, de manière que tout le courant de la décharge passât par le galvanomètre. En tournant le disque à influence, on a obtenu les déviations suivantes du galvanomètre :

	52,5
	50,5
	49,0
En moyenne	50,7

Après avoir intercalé la bobine R entre *e* et *m* l'on a obtenu les déviations :

	30,1
	27,8
	27,4
	27,6
En moyenne	28,2

Quand R était placé de l'autre côté près de *n* on obtenait :

	28,3
	28,1
	27,9
En moyenne	27,9

R a été ensuite enlevé, et on a répété les premières expériences pour s'assurer si la machine à influence avait éprouvé quelque modification. Voici les déviations obtenues :

	51,2
	50,2
	46,2
En moyenne	49,2

La moyenne des premières et dernières expériences est 50,0 et celle des intermédiaires 28,1. Les courants d'induction dans la bobine avaient par conséquent amoindri la déviation de l'aiguille de 21,9 divisions. L'un de ces courants d'induction est de sens opposé au courant de décharge, l'autre de même sens. Appelons A le premier et B le dernier. Les courants A passaient donc plus facilement que les courants B à travers l'étincelle entre *f* et *g*. Il en résulte que l'étincelle exerçait une action semblable à celle d'une soupape électrique.

Expérience 2. — Cette expérience avait pour but d'examiner l'influence qu'exercent les courants d'induction sur la déviation, quand R est intercalé entre *g* et *e*. Dans ce cas les courants de la décharge traversaient R dans le sens opposé comparativement à l'expérience précédente.

Sans bobine dans le circuit on a obtenu :

	40,5
	42,0
En moyenne	41,5

Avec R entre *g* et *e* :

	27,8
	27,8
En moyenne	27,8

et après avoir de nouveau enlevé R :

	40,3
	41,3
En moyenne	40,8

On voit par là que dans ce cas la déviation par les courants d'induction était aussi amoindrie. Il est facile de reconnaître que c'étaient les courants B qui traversaient plus facilement l'étincelle entre *f* et *g*. La résistance était un peu augmentée par la présence de la bobine R dans le circuit. Pour m'assurer que la cause de la diminution de la déviation de l'aiguille aimantée ne dépendait pas de cette circonstance, j'ai fait quelques expériences dans lesquelles, R étant dans le circuit, la résistance du rhéostat a été assez diminuée pour que la résistance totale fût un peu plus petite qu'en l'absence de R. Ces expériences ont donné le même résultat qu'auparavant. La petite diminution de la résistance n'avait donc aucune influence sur le résultat. Les expériences ont encore été modifiées de manière à transporter la production d'étincelles, de l'endroit indiqué dans la figure, à un point latéral près de *n*, ce qui nécessitait de reporter le rhéostat entre *c* et *e*. Mais même dans cette disposition la déviation était diminuée de la même manière par les courants d'induction.

A première vue on est surpris que dans une des alternatives ce soient les courants A qui traversent plus facilement l'étincelle, tandis que dans l'autre ce soient les

courants B. Mais en réfléchissant on reconnaît facilement que A dans la première expérience et B dans la seconde présentent un caractère commun qui a de l'importance. En effet dans la première expérience c'est le courant A qui parcourt l'étincelle dans le même sens que le courant de décharge et dans la seconde c'est le courant B qui a cette direction. D'où il résulte *que ce sont ceux des courants d'induction engendrés par induction électrique, qui tendent à traverser l'étincelle dans le même sens que le courant de la décharge, qui traversent aussi l'étincelle le plus facilement.*

Il est évident que les courants d'induction qui se produisent dans la bobine du galvanomètre, diminuent aussi la déviation de l'aiguille aimantée ; c'est une conséquence nécessaire de ce qui précède et qui ne réclame pas une preuve spéciale. Toutefois il est facile de le démontrer expérimentalement. On place devant le galvanomètre, entre les points *i* et *k* un fil d'argentan dont la résistance est trois fois plus grande que celle de la bobine du galvanomètre. Ainsi les trois quarts seulement du courant formant l'étincelle peuvent traverser la bobine du galvanomètre. Quand il se trouve entre *i* et *k* un arc dont la résistance est faible à l'égard de celle du rhéostat *m* et de l'étincelle, la plus grande partie des courants d'induction engendrés dans le galvanomètre passe par l'arc, or comme ils sont de sens contraires, mais égaux en quantité, leur action sur l'aiguille aimantée est annulée. Supprime-t-on au contraire l'arc, les courants d'induction influent sur l'aiguille. Si cette action s'exerce dans un sens opposé à celle que produit le courant de l'étincelle, il faut naturellement que la déviation, avec le concours de l'arc, soit égale à plus des trois quarts de celle qui se produit en l'absence de l'arc.

Les expériences qui suivent prouvent que la première déviation est même beaucoup plus considérable que la dernière.

Expérience 3. — Avec l'arc intercalé entre *i* et *k* :

	24,0 divisions
	26,0
	25,5
En moyenne	25,2

Sans l'arc :

	13,3
	12,3
	13,3
	12,8
En moyenne	12,9

L'arc étant réintégré on a obtenu :

	26,2
	23,2
	23,7
	20,7
En moyenne	23,5

Si l'on prend la moyenne de la première et de la troisième moyenne, on obtient 24,35 qui est presque le double de celle obtenue sans l'arc. Quelques autres expériences, qu'il serait superflu de citer ici, ont montré que la diminution de la déviation de l'aiguille aimantée, produite par les courants d'induction, est loin d'être proportionnelle au nombre de tours de la spirale d'induction, mais qu'elle augmente beaucoup plus lentement.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

G. Planté. Pile secondaire a lames de plomb. (*Annales de Chimie et de Physique*, septembre 1868.)

Nous n'avons point encore parlé d'une pile secondaire très-remarquable décrite par M. Planté, il y a bientôt un an, dans un mémoire lu à l'Académie des Sciences de Paris le 7 juin 1868. Cette pile est fondée sur la polarité secondaire très-prononcée qu'acquièrent deux lames de plomb servant d'électrodes dans de l'acide sulfurique étendu. Ces deux lames ne donnent pas de courant par elles-mêmes ; mais aussitôt qu'elles ont transmis dans l'eau acidulée le courant de deux à trois couples de Bunsen seulement, elles développent un courant secondaire très-puissant. En multipliant le nombre des couples secondaires de plomb, on peut obtenir des batteries secondaires très-fortes, soit en quantité, soit en tension.

Pour avoir une batterie secondaire de quantité, on dispose verticalement dans une auge rectangulaire en gutta-percha munie de rainures latérales, une série de lames de plomb parallèles très-rapprochées les unes des autres, et disposées de manière à ne pouvoir venir au contact les unes des autres. On met en communication les lames de rang pair avec l'un des pôles de la pile de Bunsen de deux à trois éléments, et celles de rang impair avec l'autre pôle. Puis, quand au bout de quelques instants la pile secondaire est chargée, on fait communiquer toutes les lames de rang pair avec celles de rang impair par l'intermédiaire d'un conducteur que traverse alors un courant énergique. Ainsi le courant peut tenir en incandescence pendant quelques instants un fil de platine

de sept à huit centimètres de longueur et d'un millimètre de diamètre ; résultat qu'il serait impossible d'obtenir avec les couples fournissant le courant principal qui a chargé la pile secondaire.

On peut renouveler un grand nombre de fois ces charges et ces décharges de la batterie secondaire, et produire d'autres effets d'incandescence et d'ignition non moins remarquables. Un fait assez curieux, c'est que, lorsqu'un fil fin de platine resté incandescent pendant quelque temps a cessé de rougir, si on rougit le circuit de la batterie secondaire et qu'on le referme après avoir attendu quelque temps, le fil de platine rougit de nouveau pendant un instant, bien que la batterie n'ait pas été rechargée par le courant principal. On peut même reproduire plusieurs fois le même phénomène, qui tient à la production d'un courant inverse dans la batterie secondaire elle-même pendant qu'elle fonctionne, courant qui arrête son effet lors même qu'elle serait capable d'en produire encore : mais la rupture momentanée du circuit fait disparaître cette cause d'affaiblissement, et alors la batterie peut agir de nouveau ; ce qu'elle fait jusqu'à ce que son action soit complétement épuisée.

Pour obtenir la batterie secondaire de tension, il suffit de disposer les couples de lames de plomb comme ils le seraient dans une pile ordinaire dans laquelle, au lieu de deux lames de plomb, chaque couple contiendrait une lame de cuivre et une lame de zinc. Puis, au moyen d'un commutateur, on fait d'abord communiquer toutes les lames de plomb de rang impair avec l'un des pôles de la petite batterie de deux à trois couples de Bunsen et les lames de rang pair avec l'autre pôle. Une fois les lames chargées, un autre commutateur, soit bascule, est disposé de façon à établir le contact métallique entre la lame de plomb de rang pair d'un couple et celle de rang impair du couple suivant, de manière à obtenir plusieurs couples en série, ce qui constitue la pile secondaire de tension. Il suffit ainsi d'une pile ordinaire de deux à trois

couples pour charger une pile secondaire formée d'un nombre quelconque de couples de lames de plomb en série [1].

M. Planté a réussi à obtenir, au moyen d'une pile secondaire de 40 couples, d'une manière temporaire, il est vrai, tous les mêmes effets que ceux qui seraient produits d'une manière continue par une pile de 55 à 60 éléments de Bunsen ; ainsi non-seulement toutes ces décompositions chimiques, même celles qui exigent un courant de grande tension, telles que la décomposition de la potasse et de la soude, sont obtenues facilement, mais on peut produire l'arc voltaïque pendant quelques instants en terminant par des charbons les deux pôles de la pile secondaire.

Cette énergie remarquable de la pile secondaire de lames de plomb, tient à la grande force électromotrice que possède le couple de deux lames de plomb après qu'il a été chargé, force électromotrice qui, mesurée par M. Planté, a été trouvée supérieure à celle d'un couple ordinaire de Bunsen à acide nitrique dans le rapport de 45 à 1 environ. Quant à la cause de cette supériorité, elle provient, il n'y a aucun doute, de la formation sur la surface de la lame de plomb, qui sert d'électrode positive, d'une couche de peroxyde de plomb. On connaît la puissance électromotrice énorme du peroxyde de plomb dans son contact avec de l'eau acidulée. J'ai décrit, en 1843 [2], un couple formé d une lame de zinc amalgamée d'une part, et d'une lame de platine recouverte de poudre de peroxyde de plomb d'autre part, qui, plongé dans de l'eau acidulée au 20me avec l'acide sulfurique, à lui seul décomposait l'eau très-rapidement dans un voltamètre à fil de platine. Il dégageait 10 centimètres cubes de gaz par minute, tandis qu'un couple

[1] On peut voir dans le Mémoire de M. Planté la description détaillée du procédé ingénieux par lequel, au moyen de commutateurs, soit bascules d'une construction très-simple, on établit alternativement dans un temps très-court les communications nécessaires pour changer les lames de plomb et pour en faire ensuite une pile de tension.

[2] *Archives de l'Électricité*, tome III, p. 159.

de Grove à acide nitrique ne donnait naissance avec le même voltamètre qu'à une décomposition à peine sensible.

Je suis convaincu qu'une pile composée de plusieurs couples semblables à celui dont je viens de parler donnerait des effets de tension très-considérables ; je suis occupé à chercher une disposition de ces couples facile et commode qui aura l'avantage d'en rendre l'emploi plus usuel qu'il ne l'a été jusqu'ici. A. D. L. R.

L. Dufour. Sur un procédé propre a mettre en évidence la constitution des flammes. (*Société vaudoise des Sciences naturelles*, 7 avril 1869.)

Dans l'enseignement on se sert habituellement d'un treillis métallique pour montrer que la flamme d'une bougie, par exemple, est formée par un cône creux, lumineux dans sa paroi seulement et obscur dans l'intérieur. On coupe la flamme avec le treillis et on regarde de haut en bas. Mais en opérant ainsi on ne peut pas observer bien nettement et bien longuement : le treillis ne tarde pas à noircir et, en outre, il s'échauffe d'une façon désagréable.

M. Dufour recommande de faire la section avec une nappe d'eau ou avec une nappe d'air. Un tube de caoutchouc porte à l'une de ses extrémités un bec destiné aux flammes ordinaires de gaz (flammes en éventail), bec pourvu d'une fente à peu près demi-circulaire et de $0^{mm},4$ d'épaisseur. L'autre extrémité du tube communique avec un réservoir d'eau placé à une hauteur convenable. Avec une pression suffisante, l'eau s'écoule par le bec fendu en produisant une nappe qui peut être obtenue parfaitement limpide et qui peut conserver, pendant assez longtemps, une forme et une dimension invariables. La fente est placée de telle sorte que la nappe forme une surface horizontale. En apportant une flamme de bougie, il est facile de la faire couper par cette nappe aqueuse et d'obtenir une section très-franche. Les gaz chauds et les

particules charbonneuses sont entraînés par l'eau. En plaçant l'œil au-dessus, on voit fort bien le cône creux de la flamme, la paroi lumineuse, etc. On peut naturellement et à volonté faire des sections près de la mèche ou près de la pointe : rien n'empêche de prolonger l'observation aussi longtemps que l'on veut. de voir de très-près et même d'employer une loupe.

Une flamme de gaz peut être coupée et observée de la même façon : seulement, il faut que le courant de gaz ne soit pas assez fort pour traverser la nappe aqueuse.

En faisant sortir, par la fente, le courant d'air d'une soufflerie, on obtient une nappe d'air invisible qui est très-propre également à faire la section des flammes. On peut observer de près, car le courant aérien empêche les gaz chauds d'atteindre les yeux et on peut aussi, comme avec la nappe liquide, employer une loupe. La flamme forme un cône dont les parois lumineuses sont très-minces : le regard plonge dans l'intérieur de ce cône et on peut fort tranquillement observer la face intérieure des parois incandescentes. L'introduction d'un fil de platine à travers la section se fait naturellement sans difficultés : le fil peut être plongé jusque vers la mèche, et il se conserve, sans rougir, dans cette partie obscure du cône.

Une flamme de gaz, sortant avec une pression convenable par une ouverture circulaire de 1 à 2^{mm} de diamètre, se prête également très-bien à la section par la lame d'air. Cette flamme est constituée aussi par un cône à parois brillantes très-minces. En lançant la nappe d'air près de l'ouverture par laquelle sort le gaz (avec une force convenable du courant d'air et du courant de gaz), on peut couper la flamme à sa base et la voir se reformer un peu plus haut. Par cette section inférieure, on observe facilement aussi, de bas en haut, les parois minces et l'intérieur du cône lumineux.

Si l'on coupe une flamme de gaz produite par un bec à fente, on constate que l'éventail lumineux est formé par deux

lames brillantes, entre lesquelles se trouve un étroit espace obscur. Les lames sont plus écartées et l'espace obscur plus large vers les bords de l'éventail. En se plaçant dans des conditions convenables, on peut faire plonger le regard, à travers la section de la flamme, dans l'espace obscur et étroit qui sépare les deux parois brillantes, et au fond de cet espace on aperçoit la fente du bec par laquelle le gaz s'échappe.

Au lieu de lancer la lame d'air perpendiculairement à la flamme (bougie ou gaz), M. Dufour a trouvé préférable de la lancer plutôt à côté, dans un plan qui fait un petit angle avec l'axe de la flamme conique ou avec le plan de la flamme en éventail. Il se produit alors, sous l'influence du courant, une aspiration latérale qui entraîne la flamme et l'incline contre la nappe d'air par laquelle elle vient se faire couper. En inclinant plus ou moins le plan de la nappe d'air, en le rapprochant ou en l'éloignant de la base de la flamme, on produit facilement la section en des points plus ou moins rapprochés de cette base.

La méthode qui vient d'être indiquée peut naturellement s'appliquer à une flamme quelconque. M. Dufour se demande si l'analyse chimique des flammes ne pourrait pas en tirer quelque parti. Quand une flamme est coupée par une nappe d'eau, l'eau entraîne les gaz qui la constituent. Lorsque la section est faite avec une lame d'air, il serait assez facile, en plongeant des tubes d'aspiration de haut en bas et jusqu'en des points déterminés de l'intérieur du cône, de recueillir les gaz dont on désire connaître la composition.

CHIMIE.

Gore. Sur l'acide fluorhydrique. (*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellsch.*, 1869, p. 62.)

M. Gore a soumis les propriétés de l'acide fluorhydrique à un nouvel examen dont voici les principaux résultats :

Le fluorhydrate de fluorure potassique a été employé comme matière première dans la préparation de l'acide fluorhydrique anhydre. Le produit obtenu attirait fortement l'humidité de l'air et il était sans action sur le verre ; l'électrolyse n'en a point séparé d'oxygène, tandis que l'acide hydraté développe, sous la même influence, une odeur d'ozone très-sensible. Le platine et l'or sont les seuls métaux que l'acide anhydre n'attaque pas ; la plupart des sels sont rapidement décomposés par lui (les carbonates, les cyanures, les borates, les bromates, etc.); les nitrates et les sulfures sont plus résistants. Les substances organiques carbonées, l'essence de térébenthine, donnent une liqueur rouge en produisant une réaction violente. La paraffine n'est pas attaquée.

L'auteur considère l'acide fluorhydrique comme intermédiaire entre l'eau et l'acide chlorhydrique, car d'une part il se combine avec les acides sulfurique et phosphorique anhydres et donne ainsi des acides doubles comparables aux hydrates, et d'autre part, il décompose facilement les carbonates.

L'acide fluorhydrique a d'ailleurs la même constitution que l'acide chlorhydrique, car l'hydrogène que l'on chauffe avec du fluorure d'argent double exactement de volume.

L'acide fluorhydrique est plus facile à condenser que H Cl.

M. D.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Victor Fatio. Faune des vertébrés de la Suisse. — Volume 1er, contenant l'histoire naturelle des Mammifères ; in-8°. Genève et Bâle, chez H. Georg.

Nous signalons avec plaisir à l'attention de nos lecteurs ce nouvel ouvrage de M. V. Fatio, qui, nous n'en doutons pas, répondra à un vœu souvent exprimé, celui que la Suisse possède un traité zoologique clair, complet et bien classé, qui permette

à chacun de déterminer facilement tout animal vertébré qui habite nos régions. Le premier volume traite des Mammifères et fait bien augurer du reste ; le second comprendra les Reptiles, les Batraciens et les Poissons ; les deux derniers sont réservés aux Oiseaux.

On comprend qu'un pareil travail n'est point susceptible d'une analyse proprement dite ; nous nous bornerons à dire quelques mots de la méthode employée par M. Fatio, et des principaux résultats auxquels il est arrivé. Nous sommes obligés de renvoyer nos lecteurs à l'ouvrage lui-même pour les descriptions et les détails concernant les mœurs. Nous ne saurions lesquels choisir et nous risquerions d'en affaiblir l'intérêt en les sortant de leur cadre naturel.

L'histoire de chacun des groupes (classe, ordres, familles, genres) commence par quelques considérations générales sur l'organisation, la classification et les mœurs, auxquelles M. Fatio a joint en général une brève indication des espèces qui ont immédiatement précédé, dans nos contrées, la période moderne. Chacune des espèces suisses actuelles est décrite en détail et avec soin, *de visu;* celles qui ont été signalées par d'autres sans que l'auteur ait pu les étudier, sont indiquées beaucoup plus succinctement.

En 1837, Schinz avait signalé 56 espèces de Mammifères dont 13 doivent être retranchées, soit parce qu'elles reposent sur des erreurs, soit parce qu'elles sont domestiquées et non sauvages. On peut donc dire que le chiffre des espèces connues et réellement indigènes en Suisse s'élevait à 43 ; M. V. Fatio l'a porté à 58 et même à 61, si on veut accepter le *lapin* qui vit aujourd'hui librement près de Bâle et les *Sorex pygmæus* et *Mus minutus* indiqués par quelques auteurs, mais non retrouvés depuis.

Cette augmentation du nombre des espèces connues porte surtout sur les Cheiroptères ou chauves-souris. Le *Miniopterus Schreibersi,* les *Vesperugo Leisleri, Nathusii, Kuhlii maurus, Nilssoni* et *serotinus ;* ainsi que les *Vespertilio Nat-*

tereri et *Daubentoni*, connus d'ailleurs comme européens par les descriptions de divers auteurs, n'avaient pas été cités par Schinz comme faisant partie de la faune suisse.

Les espèces suivantes sont dans le même cas : *Talpa cæca*, Savi, trouvée par M. Théobald près de Coire et dans le Tessin par un correspondant de M. Fatio ; *Hypudæus glareolus*, Schreber, répandu partout et probablement confondu par Schinz ; *Arvicola nivalis*, Martins, connu par les observations de M. Martins au Faulhorn ; *Arvicola agrestis*, Linné, commun et omis par Schinz ; et le *Vison*, dont l'existence en Suisse ne repose que sur une citation de Tschudi et sur une peau du Musée de Lausanne.

La seule espèce qui paraisse nouvelle a été désignée par M. Fatio sous les noms de *Mus poschiavinus* et de souris du tabac, parce qu'elle a été trouvée à Poschiavo dans une fabrique de tabac où elle fait des dommages appréciables. C'est un rongeur d'un noir uniforme assez intense ; de la taille de la souris à laquelle il ressemble beaucoup. C'est même avec quelque doute que M. Fatio le considère comme une espèce distincte, plutôt que comme une race nègre.

Ce volume, imprimé avec soin par MM. Ramboz et Schuchardt, est orné de huit planches, dont cinq coloriées et trois destinées à des détails de dentition ou autres. Ces dernières ont été dessinées par M. Vauthey, qui a également reproduit sur pierre les dessins originaux de M. Beaumont représentant avec élégance et goût les espèces les moins connues. F.-J. P.

Félix Plateau. Recherches sur les crustacés d'eau douce de Belgique. — 1re partie. *(Extrait par l'auteur.)*

En 1820, Jurine publia le résultat de ses belles observations sur les petits crustacés d'eau douce de la Suisse dans son ouvrage intitulé *Histoire des Monocles des environs de Genève*. Mais tel est l'attrait et la difficulté que présente l'étude

de ces êtres singuliers, qu'un grand nombre d'auteurs s'en occupèrent encore après lui sans parvenir à épuiser la somme de faits curieux que les *cladocères*, les *cyproïdes*, etc., peuvent présenter à l'observateur.

M. Plateau apporte aussi son contingent de résultats nouveaux; son travail actuel, qui ne contient que la première partie de ses recherches, a pour objet les genres *Gammarus*, *Lynceus* et *Cypris*, et comprend deux parties distinctes : d'une part, un relevé des espèces que l'auteur a rencontrées en Belgique et dans lequel il discute la valeur de ces espèces et fixe les caractères de quelques-unes d'entre elles regardées comme douteuses; d'autre part, l'exposé de ses études anatomiques et physiologiques.

Nous n'examinerons pas ici le relevé des espèces. Contentons-nous de dire que l'auteur a trouvé en Belgique trois espèces du genre *Gammarus*, six du genre *Lynceus* et vingt-trois du genre *Cypris*, parmi lesquelles une espèce qu'il croit nouvelle et qu'il nomme *C. quadripartita*.

La partie anatomique et physiologique est la plus étendue du mémoire. Dans le genre *Gammarus*, l'auteur s'occupe exclusivement du *G. puteanus* Koch, espèce très-singulière, dont les yeux sont rudimentaires et qui vit exclusivement dans les nappes d'eau souterraines. Après avoir montré par des considérations zoologiques, que, contrairement à l'opinion de certains auteurs, ce gammarus est une espèce distincte très-caractérisée, M. Plateau rapporte les expériences qu'il a faites sur la sensibilité des yeux de cet animal, expériences d'où il résulte que le *G. puteanus* perçoit la lumière, qu'elle le blesse et qu'il la fuit comme les animaux nocturnes; l'absence de pigment dans les yeux de ce gammarus porte l'auteur à penser qu'il n'y a pas vision dans le sens propre du mot.

Les *Lyncées* ont été peu étudiés à cause de leur petitesse ; M. Plateau décrit leur anatomie avec assez de détails : les lyncées ayant beaucoup d'affinités avec les daphnies, l'auteur s'est appliqué surtout à faire ressortir les analogies et

les différences qui existent entre ces deux genres ; voici les résultats principaux auxquels il est parvenu : Outre les particularités déjà décrites par O.-F. Müller et d'autres, les points nouvellement signalés qui distinguent les lyncées des daphnies sont : Un grand développement des parties latérales du rostre et le point d'insertion des grandes antennes qui ne naissent plus sur les côtés extérieurs de la tête, mais sous le bout du bec ; le nombre des anneaux du corps qui s'élève seulement à sept, la forme des mâchoires qui sont triturantes, la structure spéciale du tube digestif qui comprend un œsophage distinct, un premier renflement dans lequel s'ouvre un diverticulum unique tenant lieu des deux cœcums des daphnies, un estomac à parois glandulaires, un intestin grêle à parois lisses, et un gros intestin boursoufflé comme le *colon* humain ; la séparation des pattes, d'après leur conformation, en trois groupes : pattes natatoires (1 paire), pattes produisant le courant aqueux (2 paires) ; pattes exclusivement respiratoires (2 paires) ; enfin l'existence chez les femelles d'*éphippiums* isolés pour chaque ovule distinct.

Quant aux autres observations, nouvelles pour l'anatomie du genre *Lynceus*, contenues dans le mémoire de M. Plateau, nous citerons : une étude de l'œil et du mode de formation de celui-ci chez l'embryon ; l'auteur s'est assuré, à l'inverse de ce que Rathke a décrit chez les daphnoïdes, que l'œil commence par constituer un amas pigmentaire unique se scindant ensuite en deux moitiés latérales qui, par leur développement ultérieur s'accolent par leurs faces internes. Enfin, l'auteur décrit les mâles des *L. trigonellus* Müll. et *L. lamellatus* Müll. ainsi que ce qu'il a pu voir des organes génitaux ; ceux-ci se composent d'une grande poche membraneuse transparente à la face inférieure de l'avant-dernier segment caudal ; cette poche renferme deux saccules légèrement réniformes et à parois glandulaires que M. Plateau regarde comme les testicules. Chacun de ces saccules est muni d'un canal déférent court, qui s'ouvre à la base de la lame caudale.

Les spermatozoïdes des Lyncées sont semblables à ceux que M. Leydig a découverts chez les Daphnies, c'est-à-dire que ce sont des corps allongés fusiformes, munis d'une bordure membraneuse. M. Plateau a observé qu'ils s'ouvrent à l'une de leurs extrémités, soit par déchirure, soit par un simple trou circulaire, suivant les espèces.

Dans ses recherches sur le genre *Cypris*, M. Plateau a retrouvé les mâles de la *C. monacha* Müll. déjà décrits en 1854 par M. Zenker ; il s'est assuré de l'exactitude des belles observations de ce dernier auteur, qui, par la découverte des mâles des *Cypris*, a renversé pour toujours la théorie qui voulait que ces animaux fussent hermaphrodites.

M. Plateau a ajouté quelques faits nouveaux à ceux que M. Zenker a fait connaître. Il expose d'abord qu'il semble résulter de plusieurs de ses préparations que les *spermatophores* des Cypris ne se forment pas dans l'intérieur des canaux déférents comme M. Zenker le supposait, mais dans un tube solide, formant l'axe d'une glande volumineuse nommée glande muqueuse (Schleimdrüse Z.)—L'étude des jeunes des Cypris a conduit l'auteur du travail que nous analysons à cette conclusion singulière que la forme des valves chez les jeunes est généralement l'inverse de ce qu'elle est chez les adultes; ainsi, par exemple, chez les jeunes de la *C. monacha*, les valves offrent le plus de hauteur en avant, et chez les adultes le plus de hauteur en arrière : le passage de l'une des formes à l'autre s'effectue par des mues successives. En dernier lieu, M. Plateau a soumis des Cypris à une expérience déjà faite anciennement par Bosc, et consistant à conserver des Cypris en vie dans de la vase maintenue humide; il a trouvé ainsi que les Cypris peuvent résister pendant huit jours à une privation relativement grande d'eau, mais il s'est assuré que cette propriété ne leur est pas particulière et que des *Cyclops*, des *Hydrachna*, des *Naïs*, des *larves de diptères*, mis dans les mêmes conditions, donnent les mêmes résultats.

Prof. Heller. Zur naeheren Kenntniss, etc. Sur les crustacés marins habitant les eaux douces de l'Europe méridionale. (*Zeitschrift für wiss. Zoologie*, 1869, XIX, p. 156.)

Chacun connaît les curieuses découvertes faites par M. Lovén sur la présence dans le lac Wenern et le lac Wetter d'animaux identiques avec des espèces de la mer Glaciale. Le savant suédois a tiré de cette identité une preuve en faveur de l'union de ces lacs avec la mer à une époque antéhistorique. Ces découvertes ont dirigé l'attention sur la faune des lacs situés au sud des Alpes. Déjà en 1857 E. von Martens décrivit une série de poissons et de crustacés qui, bien que vivant dans divers lacs italiens, présentent le caractère d'espèces méditerranéennes. Tels sont, en fait de poissons, le *Blennius vulgaris* Pall., des lacs de Garde et d'Albano, l'*Atherina lacustris* Bon., des lacs d'Albano et de Nemi, et enfin le *Gobius fluviatilis* Bon., du lac de Garde et des environs de Padoue ; en fait de crustacés, le *Palaemon lacustris* Mart., du lac d'Albano, la *Thelphusa fluviatilis* Latr., des lacs d'Albano et de Nemi, et enfin le *Sphaeroma fossarum* Mart., des marais Pontins. Ces faits ont déjà été utilisés par M. Sartorius von Waltershausen dans ses recherches sur les climats de l'époque actuelle et des périodes antérieures. Ce savant cherche à établir que les lacs situés au sud des Alpes ont été autrefois en communication avec la mer et ne sont que les restes d'anciens fiords. Les changements géologiques, en les séparant de la mer, les transformèrent en bassins d'eau saumâtre qui furent peu à peu désalés, avec une rapidité variant selon l'abondance des eaux fluviales. Ces réservoirs lacustres furent portés à une certaine hauteur par des soulèvements, ce qui abaissa la température à leur surface. Durant ces événements la faune marine disparut, à l'exception de quelques poissons et crustacés, moins sensibles que d'autres à l'action de l'eau douce.

M. Heller s'est occupé à son tour avec soin des formes

marines habitant les lacs italiens. Il confirme et étend la plupart des découvertes de M. de Martens tout en en rectifiant quelques-unes. Il montre que le *Palæmon lacustris* est une espèce extrêmement répandue dans les eaux douces du bassin méditerranéen. Il la cite dans le lac d'Albano, dans les fossés de la terre ferme aux environs de Venise, dans les marais autour de Pavie, dans le lac Trasimène, dans celui de Garde, dans les ruisseaux de la Dalmatie, à Corfou, dans le lac d'Albufera en Espagne, enfin en Égypte. Mais cette espèce n'est point spéciale aux eaux douces ; elle existe encore aujourd'hui dans la mer du Nord et la Baltique. M. Heller la retrouve en effet dans l'espèce introduite dans la science sous les noms de *P. varians* et de *P. antennarius*. En revanche elle paraît faire défaut à la Méditerranée. M. Milne-Edwards la mentionne bien dans son *Histoire naturelle des Crustacés* comme se trouvant dans la mer Adriatique. Toutefois l'auteur lui-même a reconnu cette donnée comme fautive, les exemplaires du musée de Paris provenant en réalité du lac Trasimène. Le crustacé en question se distingue de tous les Palémons par le manque d'un palpe aux mandibules, ce qui le rapproche du genre *Anchistia*. D'autres caractères le distinguant cependant de ce genre, M. Heller crée pour lui le nom générique nouveau de *Palæmonetes* (*P. varians*). Il est probable que ce Palæmonetes existait à une époque antéhistorique dans l'Adriatique et la Méditerranée, comme encore aujourd'hui dans les golfes de la mer du Nord, aux lieux où l'eau était relativement peu salée. Plus tard, après la transformation des golfes en lacs, l'espèce s'accommoda peu à peu à l'eau douce sans atteindre toutefois sa taille primitive. Les individus d'eau douce sont en effet constamment plus petits que les marins.

Un sort semblable pourrait être réservé dans l'avenir à un autre crustacé de l'Adriatique : le *Nephrops norwegicus*, si commun dans les mers du Nord, se rencontre çà et là isolément dans la Méditerranée et l'Adriatique. Dans le golfe du

Quarnero pourtant, il existe en quantité considérable. Ce golfe vint-il un jour à être transformé en lac par un soulèvement, cet animal deviendrait sans doute avec le temps un véritable crustacé d'eau douce, tandis que ses congénères vivraient encore dans la mer du Nord.

La *Thelphusa fluviatilis* n'est pas confinée seulement dans les lacs d'Albano et de Nemi. Elle se trouve en outre dans le sud de l'Italie, en Grèce, dans l'île de Chypre, en Crimée, en Syrie et en Égypte. Quant au *Sphæroma* des marais Pontins, il offre la plus grande ressemblance avec une espèce (*S. granulatum*) de l'Adriatique et de la Méditerranée, sans qu'il soit possible pourtant de les identifier complétement.

M. Heller fait enfin connaître deux nouveaux crustacés d'eau douce à forme marine : le premier est un amphipode (*Gammarus Veneris*) trouvé par M. Kotschy dans la source de Vénus, près de Hiérokipos, dans l'île de Chypre, à une altitude de cinquante pieds. Cette espèce est presque identique avec le *Gammarus marinus*, dont elle ne se distingue que par un vêtement de poils semblable à celui d'autres espèces lacustres.

La seconde espèce appartient au genre *Orchestie* (*O. cavimana*). Elle a été trouvée en grande quantité à Chypre, par M. Kotschy, sur le mont Olympe, à une altitude de 4000 pieds. Elle vit à des places humides, dans le voisinage d'une source. Cette espèce me paraît différer de l'*O. Montagui* que par des caractères insignifiants, comme une taille un peu moindre et une couleur plus foncée. E. C.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MAI 1869.

Le 1er, lumière zodiacale dans la soirée.

2, rosée le matin, lumière zodiacale le soir.

8, un peu après 3 h. tonnerres au NO., l'orage suit le Jura; plus tard, un peu avant 4 h., un second orage éclate au sud de l'observatoire, direction du SSO. à l'Est. Enfin un troisième orage éclate de 7 h. 3/4 à 8 h. 3/4 du soir, et atteint sa plus grande intensité à 8 h. 1/2, direction du SO. au NE. Les dernières traces de la neige de l'hiver ont disparu du sommet du grand Salève.

9, halo solaire de 6 h. 1/2 à 7 3/4 du matin; vers 7 h. on voit également les deux parhélies sur le cercle du halo.

12, forte rosée le matin.

13, rosée le matin ; couronne solaire à plusieurs reprises dans la journée.

14, de 5 h. 3/4 à 6 h. du soir quelques éclairs et tonnerres à l'Ouest.

15, éclairs et tonnerres dans la nuit de 2 à 3 h. du matin; éclairs et tonnerres dans l'après-midi de 4 h. à 4 h. 3/4, maximum d'intensité des décharges électriques vers 4 h. 1/4, direction du SSO. au NNE.

16, halo solaire à plusieurs reprises dans la journée.

17, halo solaire visible à plusieurs reprises de 11 h. 1/2 à 6 h. 1/2; de 4 h. 1/2 à 6 h. on voit également les deux parhélies.

18, rosée le matin, halo solaire à plusieurs reprises.

19, éclairs à l'OSO. depuis 8 h. 1/2 du soir; éclairs et tonnerres de 9 h. 3/4 à 10 h. 1/2; direction de l'orage OSO. à SE.

20, éclairs dans la soirée dans la partie O.-N. de l'horizon.

21, éclairs et tonnerres de 4 à 5 h. du soir, direction de l'orage SSO. à ESE., maximum d'intensité 4 h. 3/4, à ce moment forte averse accompagnée de petits grêlons.

25, halo solaire pendant la plus grande partie de la journée.

26, éclairs et tonnerres de 3 h. à 3 h. 3/4 de l'après-midi.

27, rosée le matin, halo solaire pendant la plus grande partie de la journée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 10 h. matin	727,90	Le 7 à 5 h. soir	714,27
9 à midi	725,23	10 à midi	720,68
13 à 6 h. matin	726,64	15 à 4 h. soir	718,89
19 à 8 h. matin	726,88	21 à 4 h. 1/4 soir	718,12
22 à 10 h. soir	729,96	26 à 2 h. 1/2 soir	716,78
27 à 10 h. soir	723,99	28 à 8 h. soir	721,66

GENÈVE. — MAI 1869.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale	Luminomètre à 11 h.
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0		cm.
1	723,90	— 0,83	+13,73	+2,78	+ 9,3	+19,2	5,64	—1,23	498	—214	360	600	...	...	N. 1	0,01	13,7	+ 3,8	113
2	725,73	+ 0,97	+15,32	+4,22	+ 7,1	+23,0	5,91	—1,03	485	—227	270	850	...	...	SSO. 1	0,16	—	—	112
3	727,41	+ 2,62	+15,12	+3,88	+ 5,7	+22,1	6,24	—0,77	503	—210	290	780	...	...	variable	0,28	11,8	+ 1,7	112
4	726,41	+ 1,59	+16,24	+4,86	+12,2	+22,0	7,74	+0,66	586	—127	400	780	0,5	1	SSO. 2	0,73	11,0	+ 0,8	112
5	722,69	— 2,16	+15,10	+3,58	+ 8,4	+22,6	8,05	+0,90	635	— 78	390	780	...	..	N. 1	0,06	12,0	+ 1,7	112
6	717,05	— 7,84	+14,03	+2,37	+ 9,2	+19,2	8,67	+1,45	737	+ 24	420	930	1,6	3½	variable	0,89	—	—	112
7	715,02	— 9,91	+16,53	+4,73	+12,5	+20,6	8,74	+1,45	637	— 76	460	820	...	...	SSO. 2	0,81	11,0	+ 0,4	112
8	719,08	— 5,89	+14,12	+2,17	+10,3	+19,8	9,22	+1,86	783	+ 70	510	880	11,0	5½	SSO. 2	0,72	8,0	— 2,7	114
9	725,01	0,00	+14,86	+2,77	+11 0	+19,1	7,96	+0,52	639	— 74	530	830	...	...	SSO. 2	0,72	—	—	116
10	721,36	— 3,69	+12,25	+0,02	+ 8,1	+16,0	9,91	+2,39	920	+207	780	950	7,9	8	SSO. 1	0,88	7,8	— 3,1	117
11	723,37	— 1,78	+12,39	+0,02	+10,3	+17,8	8,80	+1,20	828	+114	700	910	0,7	2	N. 1	0,72	8,0	— 3,0	119
12	725,99	+ 0,79	+13,72	+1,21	+ 7,0	+19,7	8,28	+0,60	708	— 6	460	950	...	...	N. 1	0,43	9,8	— 1,3	120
13	725,29	+ 0,04	+17,01	+4,35	+10,0	+22,1	9,92	+2,16	684	— 30	510	850	...	...	N. 1	0,67	11,8	+ 0,6	121
14	723,12	— 2,18	+16,22	+3,42	+13,7	+19,8	10,96	+3,12	810	+ 96	690	860	2,2	1	variable	0,87	12,9	+ 1,6	123
15	720,65	— 4,70	+16,03	+3,09	+12,3	+23,5	10,81	+2,90	811	+ 97	540	980	19,8	7	variable	0,82	13 8	+ 2,4	125
16	719,78	— 5,62	+15,92	+2,84	+12,7	+20,5	10,43	+2,45	784	+ 70	560	950	6,0	4½	SSO. 1	0,86	—	—	127
17	723,51	— 1,94	+15,19	+1,97	+12,1	+19,1	8,69	+0,64	690	— 24	450	790	...	...	SSO. 2	0,57	13.1	+ 1,5	129
18	724,81	— 0,69	+16,62	+3,25	+ 8,4	+23,0	8,29	+0,17	600	—113	370	870	...	...	SSO. 1	0,68	11,9	+ 0,2	131
19	725,73	+ 0,18	+14,58	+1,07	+12,0	+19,5	10,40	+2,21	838	+125	690	890	10,3	11½	SSO. 1	0,98	10.1	— 1,8	135
20	722,95	— 2,64	+11,95	—1,70	+ 9,0	+18,6	9,74	+1,48	929	+216	740	970	11,1	12	N. 1	0,92	9,1	— 2,9	138
21	719,05	— 6,58	+14,57	+0,78	+12,1	+20,9	10,06	+1,73	812	+ 99	580	990	10,2	5¾	variable	0,88	11,9	— 0,2	141
22	729,09	+ 3,42	+12,71	—1,21	+ 9,7	+17,8	6,41	—1,99	595	—118	480	650	...	...	variable	0,56	11,7	— 0,5	144
23	728,66	+ 2,95	+12,77	—1,28	+ 9,8	+16,9	7,19	—1,28	669	— 44	480	840	...	...	N 1	0,66	—	—	145
24	724,72	— 1,03	+14,39	+0,21	+ 8,9	+19,2	8,49	—0,05	696	— 17	510	900	...	...	N. 1	0,54	12.6	+ 0.2	146
25	720,39	— 5,40	+16,07	+1,76	+ 9,4	+21,1	9,14	+0,53	673	— 40	470	880	...	...	N. 1	0,61	13,8	+ 1,3	147
26	718,26	— 7,57	+16,01	+1,56	+12,0	+23,2	9,19	+0,51	688	— 24	540	890	2,7	2¼	SO. 2	0,70	13.1	+ 0.5	149
27	722,92	— 2,95	+14,97	+0,39	+ 8,8	+23,7	9,16	+0,41	726	+ 14	390	900	3,8	4½	NNE. 1	0,70	12,8	+ 0.1	150
28	722,72	— 3,19	+17,22	+2,50	+13,4	+22,1	12,59	+3,77	859	+147	650	970	...	...	variable	0,93	13,5	+ 0,7	150
29	725,14	— 0,81	+15,16	+0,31	+13,5	+18,1	11,98	+3,10	942	+230	710	980	6,3	8	N. 1	1,00	13,8	+ 0,9	153
30	726.81	+ 0,82	+13,89	—1,09	+11,5	+17,6	10,69	+1,74	910	+198	750	960	1,0	1¼	N. 1	0.86	—	—	156
31	726,64	+ 0,61	+12,24	—2,87	+ 9,8	+17,2	8,07	—0,95	768	+ 56	580	920	0,8	2	variable	0,92	14,1	+ 1,0	160

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1869.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	722,78	722,81	722,70	722,23	721,99	721,72	721,78	722,19	722,55
2e «	723,95	724,14	724,02	723,60	723,02	722,56	722,81	723,06	723,42
3e «	724,20	724,39	724,24	724,15	723,72	723,30	723,70	724,20	724,79
Mois	723,66	723,80	723,67	723,35	722,93	722,55	722,79	723,18	723,63
Température.									
	°		°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+11,00	+14,34	+16,66	+18,39	+18,61	+18,67	+17,15	+15,18	+13,04
2e «	+12,03	+14,51	+16,34	+17,75	+18,85	+18,44	+16,60	+15,04	+14,31
3e «	+12,49	+14,60	+16,15	+17,20	+17,96	+17,90	+15,30	+14,43	+13,38
Mois	+11,86	+14,49	+16,37	+17,76	+18,46	+18,32	+16,32	+14,87	+13,57
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1er décade	7,52	8,23	8,14	7,94	8,00	7,74	7,64	7,69	7,64
2e «	9,38	9,63	9,72	9,57	9,82	9,45	9,29	9,92	10,18
3e «	9,22	9,65	9,69	9,58	9,77	9,29	9,00	9,07	9,23
Mois	8,72	9,19	9,20	9,04	9,21	8,84	8,66	8,90	9,03
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	768	674	584	521	513	507	543	614	687
2e «	889	787	707	641	616	607	671	786	841
3e «	847	774	700	648	641	615	696	735	795
Mois	835	746	665	605	592	577	639	713	775

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1re décade	+ 9,38	+20,36	0,53	11,08	21,0	113,2
2e «	+10,75	+20,36	0,75	11,16	50,1	126,8
3e «	+10,81	+19,80	0,76	13,03	24,8	149,2
Mois	+10,33	+20,16	0,68	11,73	95,9	130,4

Dans ce mois, l'air a été calme 3,6 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,80 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 90°,0 O., et son intensité est egale à 20,3 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MAI 1869.

Le 6,	brouillard tout le jour.	
7,	id.	id. id.
8,	id.	id. id.
10,	id.	jusqu'à 6 h. du soir.
11,	id.	une grande partie de la journée.
13,	id.	depuis 10 h. du matin.
14,	id.	à peu près tout le jour.
15,	id.	toute la journée.
16,	id.	id. id.
17,	id.	à peu près toute la journée.
18,	id.	le soir.
19,	id.	une grande partie de la journée.
20,	id.	tout le jour.
21,	id.	id. id.
22,	id.	dans la matinée.
23,	id.	toute la journée.
24,	id.	le matin et le soir.
25,26,	id.	tout le jour.
27,	id.	à peu près tout le jour.
28,29,31,	id.	toute la journée. Le 31 grêle vers midi 1/2 pendant 1/2 heure.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 8 h. soir	565,84	Le 7 à 8 h. matin	557,54
9 à 8 h. soir	564,42	11 à 6 h. matin	560,37
13 à 2 h. après midi	568,96	16 à 6 h. matin	560,21
18 à 10 soir	565,47	21 à 4 h. soir	562,06
22 à 10 h. soir	566,52	26 à 6 h. soir	560,05
28 à 4 h. soir	567,53	31 à 8 h. soir	563,34

SAINT-BERNARD. — MAI 1869.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant	Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	562,93	+ 0,21	562,27	564,08	+ 3,97	+ 5,40	+ 1,6	+ 8,7	.....	.....	....	NE. 1	0,09
2	564,40	+ 1,58	564,07	565,04	+ 3,05	+ 4,33	0,0	+ 7,8	.....	.....	....	NE. 1	0,21
3	565,16	+ 2,24	564,81	565,84	+ 1,08	+ 2,22	— 2,7	+ 4,2	.....	.....	....	NE. 1	0,20
4	565,03	+ 2,01	564,95	565,42	+ 3,55	+ 4,55	+ 2,2	+ 6,0	.....	.....	....	NE. 2	0,56
5	563,85	+ 0,74	563,70	564,06	+ 6,09	+ 6,95	+ 2,0	+10,8	.....	.....	....	NE. 1	0,17
6	560,88	— 2,32	559,34	563,02	+ 0,80	+ 1,52	— 0,5	+ 2,5	45	34,2	8	SO. 2	0,93
7	557,92	— 5,38	557,54	558,43	+ 0,11	+ 0,69	— 0,5	+ 1,2	35	30.1	6	SO. 2	1,00
8	559 40	— 4,00	558,14	561,15	+ 1,45	+ 1,89	— 0,4	+ 6,7	.....	14,7	5	SO. 1	1,00
9	563,58	+ 0,08	562,03	564,42	+ 3,73	+ 4,03	— 2,2	+ 9,0	.....	.....	....	NE. 1	0,53
10	561,84	— 1,76	561,23	563,29	+ 0,26	+ 0,42	0,0	+ 1,5	.....	.....	....	SO. 1	0,78
11	562,22	— 1,47	560,37	563,77	+ 1,79	+ 1,81	— 0,6	+ 6,3	75	36,8	6	NE. 1	0,83
12	566,07	+ 2,28	564,26	567,79	+ 3,74	+ 3,62	— 0,4	+ 7,0	.....	.....	....	SO. 1	0,50
13	568,54	+ 4,65	567,82	568,96	+ 6,04	+ 5,78	+ 2,9	+ 8,9	.....	.....	....	SO. 1	0,77
14	566,20	+ 2,21	564,69	567,86	+ 3,54	+ 3,14	+ 2,2	+ 6,3	.....	.....	....	SO. 1	0,87
15	561,86	— 2,23	561,43	562,63	+ 1,92	+ 0,39	+ 1,8	+ 3,2	.....	.....	....	SO. 1	0,89
16	560,44	— 3,74	560,21	560,97	+ 2,40	+ 1,74	+ 1,0	+ 7,0	.....	.....	....	NE. 1	0,96
17	562,84	— 1,44	561,63	564,14	+ 3,95	+ 3,15	+ 0,8	+ 9,0	.....	.....	....	NE. 1	0,87
18	565,11	+ 0,73	564,74	565,47	+ 4,00	+ 3,07	+ 0,3	+ 6,8	.....	.....	....	SO. 1	0,68
19	564,86	+ 0,38	564,42	565,17	+ 2,92	+ 1,86	+ 1,8	+ 4,7	.....	.....	....	SO. 1	0,89
20	563,40	— 1,17	563,22	563,66	+ 4,04	+ 3,85	+ 1,8	+ 7,0	.....	10,5	2	SO. 1	0,88
21	562,56	— 2,10	562,06	563,15	+ 2,19	+ 0,87	+ 1,9	+ 3,6	.....	.....	....	SO. 2	0,98
22	565,47	+ 0,71	563,62	566,52	+ 3,61	+ 2,16	+ 0,2	+ 6,8	.....	.....	....	variable	0,32
23	565,72	+ 0,86	565,25	566,26	+ 3,09	+ 1,51	+ 2,3	+ 7,0	.....	.....	....	NE. 1	0,86
24	563,75	— 1,20	563,07	564,02	+ 3,59	+ 1,88	+ 1,2	+ 6,2	.....	.....	....	SO. 1	0,79
25	561,87	— 2,17	560,95	563,10	+ 2,80	+ 0,97	+ 1,6	+ 6,2	.....	.....	....	SO. 1	0,92
26	560,19	— 4,94	560,05	560,78	+ 1,81	— 0,14	+ 1,7	+ 3,2	.....	10,0	4	SO. 1	0,92
27	564,80	— 0,43	562,44	566,82	+ 1,90	— 0,17	0,0	+ 4,0	.....	.....	....	SO. 1	0,83
28	567,10	+ 1,78	566,81	567,53	+ 2,91	+ 0,72	+ 2,2	+ 4,2	.....	.....	....	SO. 2	1,00
29	566,54	+ 1,13	566,02	566,91	+ 3,47	+ 1,16	+ 3.7	+ 4,2	.....	105,6	10	SO. 1	0,99
30	565,61	+ 0,11	564,68	566,38	+ 2,43	0,00	+ 2,2	+ 4,2	.....	16,8	6	SO. 1	0,87
31	563,60	— 1,99	563,34	563,83	— 0,35	— 2,90	— 2,8	+ 2,2		7,7	4	NE. 1	1,00

* Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées depuis 6 heures du matin à 10 heures du soir, le thermométrographe étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1869.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	562,54	562,44	562,57	562,53	562,49	562,56	562,56	562,75	562,70
2e »	563,76	564,00	564,19	564,28	564,29	564,33	564,28	564,40	564,50
3e »	564,03	564,38	564,39	564,51	564,47	564,43	564,33	564,29	564,46
Mois	563,46	563,63	563,74	563,80	563,77	563,79	563,74	563,83	563,91
				Température.					
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+ 0,66	+ 2,21	+ 3,69	+ 4,59	+ 4,62	+ 4,70	+ 2,76	+ 1,29	+ 1,49
2e »	+ 1,50	+ 3,16	+ 4,37	+ 5,27	+ 5,99	+ 5,26	+ 3,94	+ 3,09	+ 2,65
3e »	+ 1,82	+ 2,39	+ 3,25	+ 3,74	+ 3,83	+ 3,74	+ 3,05	+ 2,66	+ 2,31
Mois	+ 1,34	+ 2,58	+ 3,75	+ 4,51	+ 4,78	+ 4,54	+ 3,25	+ 2,36	+ 2,15

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade	— 0,05	+ 5,84	0,55	79,0	80
2e »	+ 1,16	+ 6,62	0,81	47,3	75
3e »	+ 1,29	+ 4,71	0,86	140,1	—
Mois	+ 0,82	+ 5,69	0,74	266,4	155

Dans ce mois, l'air a été calme 14 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,58 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 26,2 sur 100.

* Voir la note du tableau.

DE L'INFLUENCE DE LA TEMPERATURE
SUR LES ÉCARTS
DE LA LOI DE MARIOTTE

PAR

M. E.-H. AMAGAT, Professeur à Fribourg.

Depuis les recherches de M. Regnault sur la loi de Mariotte, on sait que tous les gaz, sauf l'hydrogène, sont plus compressibles que ne l'indique cette loi, et que cette compressibilité augmente avec la pression, c'est-à-dire quand on rapproche le gaz de son point d'ébullition. Or on peut opérer ce rapprochement par le refroidissement seul, et il est facile de prévoir que le sens des résultats sera le même et aussi qu'en élevant la température la compressibilité doit diminuer, atteindre celle qu'indique la loi de Mariotte et devenir plus faible comme cela a lieu pour l'hydrogène dès la température ordinaire ; mais il n'a jamais été fait d'expériences spéciales et suivies à ce point de vue et c'est cette lacune que j'ai cherché à combler.

Les écarts de la loi de Mariotte ont été expliqués de plusieurs manières. On les a considérés comme résultants de l'attraction réciproque des molécules gazeuses; on peut aussi en rendre compte en admettant une théorie dont la première idée remonte à Daniel Bernouilli, mais qui doit toute la faveur dont elle jouit aujourd'hui dans la science aux travaux de MM. Joule et Krœnig et surtout à ceux de M. Clausius qui l'a complétée en ajoutant

à la considération des mouvements de translation des molécules, celle de leurs mouvements internes, de leurs mouvements de rotation et des mouvements possibles des fluides impondérables.

Si on admet la première explication, l'attraction ne devant dépendre que de la distance moyenne des molécules, l'écart pour une même masse gazeuse devrait toujours être le même, quelle que soit la température, pourvu que le volume initial et le volume final soient les mêmes.

Autrement dit soit V un volume donné de gaz à la température t et à la pression p. Réduisons ce volume à V′ par une pression p' la température restant constante. Maintenant chauffons le gaz jusqu'à t', il se dilatera, et soit P la pression nécessaire pour ramener le volume à V et soit P′ la pression correspondante. Si l'écart est seulement fonction du volume il est évident qu'on doit avoir :

$$\frac{pV}{p'V'} = \frac{PV}{P'V'}$$

C'est sous ce point de vue que j'ai d'abord envisagé la question et je ferai remarquer que le rapport $\frac{V}{V'}$ restant constant il suffit de comparer $\frac{p}{p'}$ et $\frac{P}{P'}$ ce qui dispense de jauger le manomètre dans lequel on comprime le gaz et évite une cause d'erreur.

Comme les différences portent ici sur des quantités très-petites, j'ai choisi les gaz dans lesquels l'écart est le plus grand ; l'acide sulfureux, l'ammoniaque, le cyanogène, l'acide carbonique. Les volumes ont été réduits à peu près à moitié ; les températures auxquelles j'ai opéré sont : l'ébullition de l'eau, la fusion de la glace et la température de l'air ambiant.

Voici maintenant la description de l'appareil et la marche des expériences (Pl. I, fig. 1).

Le tube manométrique est figuré en EFG, il n'a que 45 centim. de hauteur, mais pour rendre le procédé plus sensible on y a soufflé deux boules, *b* et *b'* qui augmentent le volume de la masse gazeuse, sans changer la hauteur, afin qu'on puisse facilement maintenir le tout à une température constante. Ce tube est divisé en deux parties à peu près égales, par deux traits *m* et *n*; il est entouré d'un prisme à quatre faces en glace scellé au minium dans une monture en fer. Le prisme repose sur une cuve HK en fer, dans laquelle on verse du mercure qui supporte la colonne d'eau dont on remplit le prisme. Comme on le voit, ce prisme joue ici le rôle du manchon dans l'appareil de Gay-Lussac pour les densités de vapeurs. On peut ainsi, au moyen d'un bec à gaz, porter l'eau du prisme jusqu'à l'ébullition ou à une température inférieure qu'un agitateur rend continuellement uniforme. J'ai employé un prisme à glace au lieu d'un manchon pour éviter les erreurs de réfraction. Le manomètre EFG d'une seule pièce en cristal est scellé dans une pièce à collier P au moyen de laquelle on le rejoint à une seconde pièce en fer AIJ munie d'un robinet en fer C, et d'une tubulure I par laquelle on fait arriver le mercure dans l'appareil; en A se visse un boulon dans lequel est mastiqué le grand tube qui mesure les pressions.

Il suffit de jeter les yeux sur l'appareil pour comprendre la marche des expériences. Quand l'appareil a été parfaitement desséché dans toutes ses parties (avec des précautions dans le détail desquelles il serait trop long d'entrer ici), on y fait arriver le mercure très-sec jusqu'à ce qu'il atteigne l'extrémité de la pointe R du ma-

nomètre. On met alors cette pointe en communication avec la source du gaz parfaitement desséché d'ailleurs, que l'on étudie, puis on fait écouler du mercure par le robinet C; quand le niveau du mercure dans le manomètre arrive en *m* on ferme le robinet C, et au moyen d'un chalumeau on ferme l'extrémité de la pointe R. On place alors le prisme, on le remplit d'eau et l'expérience est préparée.

Si on veut opérer sur une vapeur, on en introduit le liquide dans le manomètre préalablement rempli de mercure jusqu'en *m*, on porte l'eau du prisme à la température de l'ébullition et on ferme la pointe à la lampe quand cesse le jet de vapeur, comme cela se pratique quand on prend une densité de vapeur par le procédé de M. Dumas.

Le manomètre est jaugé avant l'expérience comme celui de M. Regnault dans ses recherches sur la loi de Mariotte, c'est le meilleur moyen d'éviter les causes d'erreurs dues à la forme du ménisque.

Toutes les mesures de hauteur ont été faites avec un grand cathétomètre donnant le cinquantième de millimètre. Les températures ont été observées au viseur sur des thermomètres sensibles et divisés en dixièmes de degrés. Enfin, toutes les corrections relatives à la dilatation du mercure dans les différentes parties de l'appareil ainsi que celles relatives à la pression barométrique ont été faites avec soin.

La pointe R du manomètre devant à chaque expérience être fermée au chalumeau et cassée pour l'expérience suivante, il en résulte à chaque fois une diminution de volume dont il a été rigoureusement tenu compte. Du reste, chaque manomètre n'a servi que trois fois au

plus, tant pour la raison citée plus haut que pour varier autant que possible les causes d'erreurs.

Comme je l'ai dit plus haut, mes premières recherches ont eu pour but de comparer pour une même masse gazeuse les rapports $\frac{p}{p'}$ et $\frac{P}{P'}$ correspondants à deux températures différentes. Trois expériences bien concordantes m'ont donné pour l'acide sulfureux les résultats dont voici la moyenne :

$$\left.\begin{array}{l} \text{à } 14^\circ \ \frac{p}{p'} = 0{,}50838 \\ \text{à } 98^\circ \ \frac{P}{P'} = 0{,}50277 \end{array}\right\} \text{différence} = 0{,}00561$$

La différence correspond à plus d'un centimètre en hauteur de mercure dans la grande branche de l'appareil, le résultat n'est donc pas douteux.

Pour l'ammoniaque, voici la moyenne de deux expériences très-concordantes :

$$\left.\begin{array}{l} \text{à } 13^\circ \ \frac{p}{p'} = 0{,}50731 \\ \text{à } 97^\circ \ \frac{P}{P'} = 0{,}50402 \end{array}\right\} \text{différence} = 0{,}00329$$

Pour l'acide carbonique, moyenne de trois expériences:

$$\left.\begin{array}{l} \text{à } 13^\circ \ \frac{p}{p'} = 0{,}50981 \\ \text{à } 97^\circ \ \frac{P}{P'} = 0{,}50402 \end{array}\right\} \text{différence} = 0{,}00210$$

Il résulte des nombres précédents que l'écart n'est pas fonction du volume seulement, mais aussi de la température à laquelle on opère.

Ce résultat, peu en harmonie, ainsi que je l'ai dit plus haut, avec l'hypothèse de l'attraction, s'explique au con-

traire assez facilement au moyen de la seconde théorie.

En effet, la force vive des molécules étant plus grande quand la température est plus élevée, on conçoit facilement que la perte due à leurs chocs soit relativement plus petite que l'augmentation de pression sur les parois due à l'augmentation de force vive, et ceci lors même que, par suite de l'accroissement de vitesse, les chocs entre molécules seraient plus fréquents.

Ayant constaté ce premier fait, j'ai ensuite déterminé pour plusieurs gaz la valeur du rapport $\frac{p}{p'}$, à différentes températures et avec des pressions initiales et finales à peu près égales, de manière à mettre en évidence l'influence de la température seule.

Voici le tableau résumant mes expériences sur quatre gaz : l'acide sulfureux, l'ammoniaque, l'acide carbonique et l'air (quant au cyanogène, je me suis aperçu que vers 100° il est sensiblement absorbé par le mercure, et que l'absorption augmente avec la pression, j'ai donc dû abandonner l'étude de ce gaz). Je ferai remarquer que dans deux expériences, une sur l'ammoniaque et l'autre sur l'acide sulfureux, j'ai opéré à la température de 98°, en commençant sous des pressions différant d'à peu près vingt centimètres, et que j'ai pu apprécier la différence qui en résulte pour le rapport $\frac{vp}{v'p'}$, quoique cette différence soit faible, mais toujours dans le sens des résultats de M. Regnault sur l'influence de la pression initiale.

	Température.	Pression initiale.	$\frac{pv}{p'v'}$		Température.	Pression initiale.	$\frac{pv}{p'v'}$
1re expér. sur l'acide sulfureux.	15°,3	69,253	1,0188	1re expér. sur l'acide carbonique.	8°,5	71,537	1,0061
	98°,4	69,255	1,0057		98°,1	71,053	1,0026
	98°,5	93,528	1,0078	2me expér. sur l'acide carbonique.	9°,0	72,055	1,0064
2me expér. sur l'acide sulfureux.	15°,5	69,221	1,0182		98°,4	72,100	1,0021
	97°,8	69,283	1,0051	1re expér. sur l'air.	7°,2	72,560	1,0010
1re expér. sur l'ammoniaque.	7°,7	70,580	1,0029		98°,4	72,512	1,0001
	98°,8	70,500	1,0748	2me expér. sur l'air.	97°,5	71,458	0,9998
2me expér. sur l'ammoniaque.	6°,1	70,219	1,0129				
	98°,4	70,354	1,0051				
	98°,8	92,382	1,0062				

Il résulte du tableau précédent :

1° Que vers 100° l'acide sulfureux et l'ammoniaque s'écartent peu de la loi de Mariotte, mais plus cependant que l'air à la température ordinaire.

2° Qu'à cette température, 100°, l'acide carbonique s'en écarte fort peu, ce qui est conforme au travail de M. Regnault sur la densité de ce gaz.

3° Que vers 100°, l'air peut être considéré comme suivant régulièrement la loi de Mariotte, car les deux résultats trouvés, quoiqu'étant l'un en plus et l'autre en moins, sont presque identiques.

Enfin, je dois ajouter que dans quelques expériences les volumes primitifs n'ont pas été réduits à leurs moitiés, notamment pour l'acide carbonique, c'est probablement pour cela que le nombre trouvé à la température ordinaire est un peu plus faible que celui donné par M. Regnault dans les mêmes circonstances.

Des nombres déjà connus et de ceux qui précèdent,

résultent quelques observations qui me paraissent avoir une certaine importance.

C'est que plus la température de liquéfaction d'un gaz est élevée (sous même pression), moins il s'écarte de la loi de Mariotte à une même distance de son point de liquéfaction ; on peut s'en convaincre en comparant la valeur de $\frac{pv}{p'v'}$ pour l'acide sulfureux vers 15°, et pour l'acide carbonique à 98°, c'est-à-dire à des distances à peu près égales de leur point de liquéfaction, cependant la différence n'est pas considérable; du reste le point de liquéfaction de l'acide carbonique à la pression ordinaire n'est pas connu avec certitude, mais si on compare les résultats trouvés pour l'acide sulfureux et l'ammoniaque on verra que :

Tandis que vers 10° l'ammoniaque a un écart beaucoup plus fort que celui de l'acide sulfureux, vers 100° ces écarts sont peu différents, c'est-à-dire que, pendant cette période de 90°, l'acide sulfureux dont le point d'ébullition est plus élevé, s'est plus rapproché de la loi de Mariotte que l'ammoniaque, quoique son écart reste encore un peu supérieur à celui de ce dernier gaz. Or ce résultat ne diffère que par la forme de l'énoncé, de celui qui fait l'objet de la remarque précédente.

Pour compléter cette remarque, j'ai cherché à déterminer l'écart de quelques vapeurs à la température de l'eau bouillante, j'ai opéré sur l'éther et la benzine; mais les expériences que j'ai faites sont trop peu nombreuses pour que je puisse donner des nombres certains; cependant je pense pouvoir annoncer que vers 100° la vapeur d'éther s'écarte assez peu de la loi de Mariotte, et que la benzine à cette même température s'en écarte moins que

l'acide sulfureux vers 20°, ce qui est conforme au sens des remarques précédentes.

Enfin je dois dire que les nombres du tableau qui précède ne sont pas les seuls que j'ai obtenus, l'ammoniaque, l'acide carbonique et l'acide sulfureux ont été soumis chacun à six essais qui m'ont tous donné des résultats concordant avec ceux du tableau.

J'ai employé dans mes expériences un baromètre d'une construction très-simple et que, cependant, je n'ai encore rencontré nulle part; cet instrument me paraît pouvoir remplacer avantageusement (pour les baromètres fixes) le baromètre Fortin dans les laboratoires.

La cuvette est munie d'une pointe d'ivoire B (fig. 2), indicatrice du zéro de la graduation, et on ramène le niveau du mercure à cette pointe, au moyen d'un petit plongeur P en bois, en ivoire ou en fer, que l'on fait monter ou descendre en tournant la tête A de sa tige qui est munie d'un pas de vis et est guidée par deux écrous qu'elle traverse et dont le supérieur seulement porte un pas de vis. Ce système est très-simple, très-économique, il ne peut ni se déranger ni se détériorer, et son usage est très-commode.

LE

TERRAIN TRIASIQUE SUPÉRIEUR

DANS

LES ALPES ORIENTALES

(Dr E. von Mojsisovics. Ueber die Gliederung der oberen Triasbildungen der œstlichen Alpen. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1869, XIX.)

Le terrain triasique supérieur des Alpes orientales a une importance beaucoup plus grande que le keuper dont il est l'équivalent : il la doit à la variété des roches qui le composent, à l'extrême richesse et à la diversité de ses faunes, ainsi qu'à la grande étendue géographique de quelques-unes d'entre elles. Une étude incomplète des fossiles, l'attribution fausse de certains noms locaux à des horizons très-différents, avaient singulièrement compliqué la classification de ce groupe de terrains. M. de Mojsisovics a examiné avec le plus grand soin la série de ces formations dans le Salzkammergut, les Alpes du Tyrol au nord de l'Inn, les Alpes lombardes, les Alpes du Tyrol au sud de la Rienz, les Alpes de Carinthie et les Alpes de la Basse-Autriche; puis, comparant ensemble ces diverses séries, il en a tiré une classification générale. Ce travail est certainement un des plus importants qui ait été publié depuis plusieurs années sur le trias des Alpes. Je ne puis en faire ici une analyse complète : je me bornerai à décrire la série des terrains triasiques supérieurs dans le Salzkammergut en indiquant leurs équivalents dans le reste des Alpes orientales. Je donnerai donc les résultats obtenus par M. de

Mojsisovics tout en renvoyant à son travail pour l'examen des motifs qui l'ont amené à cette classification. Le Salzkammergut que j'ai eu le plaisir de parcourir dernièrement avec cet éminent géologue, est un des points où la série triasique offre le plus beau développement et la plus grande abondance de restes organiques.

Les schistes à *Naticella costata* et à *Myophoria costata* qui terminent la série des schistes de Werfen (trias inférieur) sont surmontés de calcaires caractérisés par la *Rhynchonella pedata* Br., dans lesquels on a aussi recueilli l'*Aspidocaris triasica* Reuss et la *Terebratula vulgaris* Schl. Bien qu'on n'ait pas encore trouvé dans ces calcaires les céphalopodes caractéristiques du muschelkalk proprement dit, on peut sans aucun doute les rapporter à ce dernier terrain.

A. Étage norique.

(*a*) Groupe œnique.

I. Les couches qui reposent sur le muschelkalk, sont formées de calcaires pyriteux caractérisés par l'*Halobia Lommeli* Wism. Ce fossile dont la présence signale le commencement de la période triasique supérieure, la traverse dans sa plus grande partie. Au-dessus se trouve une masse de dolomie puissante, surmontée du calcaire de Pœtschen. Ce calcaire contient des silex et alterne dans sa partie inférieure avec une roche dolomitique jaunâtre en bancs plus minces, qui renferme souvent de la glauconie. M. de Mojsisovics s'appuie sur les observations faites dans d'autres terrains par M. Suess, et par M. A. Favre, pour énoncer l'hypothèse que cette glauconie provient des éruptions porphyriques qui avaient lieu à la même époque dans le Tyrol méridional. Plusieurs des ammonites trou-

vées dans ce terrain appartiennent au groupe des *Trachyceras*[1] (groupe de l'*A. Aon*) qui fait à ce moment son apparition. Le fossile le plus caractéristique de cet horizon est l'*A. doleriticus* Mojs.

Équivalents. Tyrol septentrional : marnes de Partnach formées de calcaire avec bancs de silex, de marnes, de grès et de dolomies, renfermant des plantes et des bivalves analogues à ceux qui se trouvent beaucoup plus haut dans les couches à *Cardita* proprement dites. — Alpes lombardes : tufs porphyriques avec plantes (*Bactryllium Schmidi, Meriani et canaliculatum* Heer) et céphalopodes (*A. doleriticus* Mojs. etc.). — Tyrol méridional : calcaires et tufs. — Alpes vénitiennes : grès doléritiques. — Carinthie : tufs porphyriques avec *A. Carinthiacus* Mojs., et grès avec plantes du keuper. — Basse-Autriche : calcaires pyriteux. — Dans toutes ces régions, on trouve à la base du terrain triasique supérieur des calcaires pyriteux contenant l'*Halobia Lommeli*.

II. L'horizon supérieur est formé par la *dolomie de Partnach*, dolomie grise ou blanche, souvent bréchiforme, et calcaire dolomitique de 600 à 1000 pieds d'épaisseur. Dans la classification donnée par M. de Mojsosivics, cette formation est intermédiaire aux groupes œnique et halorique.

Equivalents. Tyrol septentrional et Voralberg : dolomie de Partnach et calcaire de l'Arlberg. — Alpes lombardes : calcaires et dolomies d'Ardese. — Tyrol méridional : dolomies puissantes, recouvertes de calcaires et de conglomérats ; porphyre. — Carinthie : calcaires et dolomies de Raibl, avec minerais.

[1] Laube, *Anzeiger d. Akad. d. Wissensch.* Wien, 1869, n° 1.

(*b*) Groupe halorique.

III. Le grand dépôt de sel du Salzkammergut surmonte la dolomie de Partnach.

IV. Il est recouvert lui-même d'un système de calcaires marneux et de grès glauconieux nommé calcaire de Reichenhall.

V. Viennent ensuite les couches de Zlambach, couches puissantes et fossilifères, dans lesquelles on peut reconnaître une partie inférieure formée de calcaires pyriteux séparés par des lits schisteux, une partie moyenne composée de calcaires et de marnes tachetées (fleckenmergel), et une partie supérieure constituée par des marnes foncées qui contiennent souvent du gypse et sont remplies de coraux. Les céphalopodes abondent dans les deux subdivisions inférieures et plusieurs d'entre eux se retrouvent dans les calcaires inférieurs de Hallstatt. Ce sont les *Amm. galeiformis* Hau., *A. cf. subumbilicatus* Hau., *A. cf. respondens* Hau., qui appartiennent au groupe des *Arcestes, A. tornatus* Br., *A. (Phylloceras) neojurensis* Qu., des céphalopodes déroulés, *Choristoceras* [1] *nov. sp., Cochloceras cf. canaliculatum* Hau., le *Nautilus goniatites* Hau., etc.

Au-dessus viennent les calcaires de Hallstatt qui se divisent d'une manière très-tranchée en deux groupes dans chacun desquels on peut reconnaître plusieurs horizons; deux ou trois espèces d'ammonites seulement les traversent en entier.

VI. Le groupe inférieur est caractérisé par l'*A. Met-*

[1] Le genre *Choristoceras* créé par M. de Hauer, comprend des céphalopodes déroulés semblables aux *Crioceras*, mais avec des cloisons de cératites.— *Arcestes* et *Phylloceras* : voyez Suess, Ueber Ammoniten. — *Sitzungsber. Akad. Wissensch.* Wien, 1865, LII.

ternichi. La faune en est riche et renferme des nautiles, des orthocères et une grande variété d'ammonites presque toutes spéciales à ce groupe : *A. Metternichi* Hau., *galeiformis* Hau., *Ramsaueri* Qu., *subumbilicatus* Br., *respondens* Qu., appartenant au groupe des *Arcestes, A., multilobatus* Br., *tornatus* Br., *neojurensis* Qu., *Orthoceras salinarium* Qu., *Monotis salinaria* Br., etc.

Equivalents des n°s III, IV, V et VI. Tyrol septentrional : gisement de sel de Hall surmonté du calcaire de Reichenhall et de calcaires et dolomies sans fossiles. — Alpes lombardes : calcaires supérieurs d'Ardese avec *A. Metternichi.* — Tyrol méridional : calcaires et dolomies. — Carinthie : calcaires de Raibl avec minerais. — Ce groupe manque ainsi que le précédent dans les Alpes de la Basse-Autriche.

B. Etage carnique.

(*a*) Groupe badiotique.

VII. La partie supérieure des calcaires de Hallstatt est nettement séparée de l'horizon précédent : elle abonde en fossiles dans les environs de Goisern et d'Aussee, et forme le système de couches de l'*A. Aonoides.* Elle renferme les *Amm. (Trachyceras) Aonoides* Mojs., *triadicus* Mojs., les *Amm. (Arcestes) cymbiformis* Wulf., *Gaytani* Klipst., *floridus* Wulf., les *Amm. (Phylloceras) Wengensis* Klipst., *Jarbas* Munst., les *A. semiglobosus* Hau., *quadrangulus* Hau., *Haidingeri* Hau., *subbulatus* Hau., le *Nautilus Sauperi* Hau., etc. La faune de ces couches les rapproche davantage de celles de Bleiberg, de Raibl et de St-Cassian que de la partie inférieure des couches de Hallstatt; ce fait a déjà été constaté depuis longtemps par M. de Hauer.

Equivalents. Tyrol septentrional : calcaires et dolomies sans fossiles. — Alpes lombardes : calcaires avec *A. semiglobosus*, etc. — Tyrol méridional : couches de Wengen avec *A. Wengensis* ; plantes de la lettenkohle. — Carinthie : schistes à poissons de Raibl avec *A. Aonoides*, *A. triadicus* et plantes du keuper. — Basse-Autriche : schistes à *A. Aon* avec *A. Aonoides*, etc., débris de poissons et plantes du keuper.

Il existe ici une lacune dans la série triasique du Salzkammergut et il faut recourir à d'autres parties des Alpes pour la compléter :

VIII. Dans le Tyrol septentrional on trouve les couches à *Cardita*, groupe complexe qui se subdivise en deux parties contenant toutes deux en abondance la *Cardita crenata* Goldf. La partie inférieure renferme les *Amm. cymbiformis* Wulf. sp., *Haidingeri* Hau., l'*Halobia rugosa* Gümb., etc. La partie supérieure renferme surtout des bivalves et des plantes : *Hœrnesia Johannis Austriæ* Klipst. sp., *Ostrea Montis Caprilis* Klipst., *Avicula aspera* Pichl., etc.

Equivalents. Alpes lombardes : couches de Gorno et de Dossena avec *Hœrnesia Johannis Austriæ*. — Tyrol méridional : couches de St-Cassian ; on trouve dans leur partie inférieure les *A. floridus*, *cymbiformis* et l'*Halobia rugosa* ; leur partie moyenne renferme la *Cardita crenata* ; des calcaires marneux fossilifères constituent la partie supérieure. — Raibl en Carinthie : *Tauber Schiefer*, schistes sans fossiles surmontés de couches à *Myophoria Kefersteini*. — Carinthie orientale : couches de Bleiberg avec *A. floridus*, *A. cymbiformis*, *Halobia rugosa*. — Basse-Autriche : schistes de Reingraben caractérisés par les mêmes fossiles ; ils sont recouverts du grès

de Lunz qui abonde en plantes de la lettenkohle et renferme de la houille dans sa partie supérieure ; au-dessus de ce grès se trouve la dolomie d'Opponitz avec *Cardita crenata, Corbis Mellingi,* etc.

(*b*) Groupe larique.

IX. La série triasique recommence dans le Salzkammergut avec le calcaire du Wetterstein, calcaire dolomitique d'une grande puissance, pauvre en fossiles dans cette région. Il forme la base du massif du Dachstein du côté sud et la puissante masse des Donnerkogel dans la vallée de Gosau. Il renferme dans le Tyrol septentrional plusieurs espèces d'ammonites dont quelques-unes sont communes aux calcaires supérieurs de Hallstatt, et des gastéropodes, entre autres les *Chemnitzia Rosthorni* et *eximia* Hœrn., qui se retrouvent dans les dolomies de Raibl.

Equivalents. Tyrol septentrional : calcaire du Wetterstein. — Alpes lombardes : calcaire d'Esino avec *Chemnitzia gradata* et *Escheri.* — Tyrol méridional : dolomie du Schlern et *Torer Schichten.* — Carinthie : dolomie et *Torer Schichten.* — Basse-Autriche : dolomie d'Opponitz.

X. Le calcaire du Dachstein recouvre le calcaire du Wetterstein. Il a une grande épaisseur et renferme le *Megalodus triqueter,* le *Dicerocardium Wulfeni* Hau. sp., le *Turbo solitarius* Ben., la *Rhynchonella ancilla* Suess.

Equivalents. Tyrol septentrional : dolomie bitumineuse de Seefeld avec restes de poissons. — Alpes lombardes, Tyrol méridional et Carinthie : *Dolomia media* avec *Megalodus triqueter.* — Basse-Autriche : calcaire du Dachstein.

On trouve sur le calcaire du Dachstein, dans le Salzkammergut et le Tyrol septentrional, le *Plattenkalk* surmonté de l'étage rhétique. Cet étage qui a été le sujet

d'un travail remarquable de MM. Suess et Mojsisovics [1], forme le dernier terme de la série triasique et il est recouvert du terrain liasique dont les premières couches sont caractérisées par l'*A. planorbis.*

Le nom de calcaire du Dachstein a été souvent mal interprété; il a été donné, dans le Tyrol septentrional, à des calcaires supérieurs aux couches de Kœssen, et on les a regardés comme faisant partie des couches rhétiques. Cependant le calcaire du Dachstein proprement dit tel qu'il est développé dans le massif du Dachstein et dans l'Echernthal est inférieur à ces couches et ne peut être considéré que comme l'équivalent de la *Hauptdolomit* de Gümbel et de la dolomie moyenne proprement dite de Stoppani.

L'étude même que nous venons de faire combat l'opinion de M. Beyrich et de M. Sandberger, qui ont cru reconnaître le muschelkalk proprement dit dans les couches qui surmontent le muschelkalk alpin.

L'apparition de l'*Halobia Lommeli* qu'on retrouve presque dans tout le trias supérieur, celle du genre *Trachyceras,* le commencement des éruptions porphyriques du Tyrol méridional, enfin la disparition presque subite de la faune du muschelkalk, suffisent pour caractériser nettement le commencement de la période triasique supérieure qui se termine avec l'étage rhétique.

Le trias supérieur des Alpes orientales et le keuper des autres régions, sont deux formations de nature trop hétérogène pour qu'on puisse les comparer. Nous voyons

[1] Die Gebirgsgruppe des Osterhornes, *Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst.*, 1868, XVIII, p. 167.

dans les Alpes des formations pélagiques dont on a aussi reconnu la présence en Amérique, en Asie et en Australie; elles ont une énorme épaisseur, mais sont parfois interrompues par des sédiments littoraux; les dépôts du keuper ont été formés au contraire dans une mer peu profonde et ont été souvent mis à sec par les oscillations du sol. Les plantes et les mollusques inférieurs, seuls êtres communs aux deux ordres de dépôts, peuvent seuls aussi servir de termes de comparaison; or, la plupart d'entre eux se trouvent à des niveaux très-divers et donnent par conséquent des indications peu précises. Les terrains que je viens de décrire ne peuvent donc rentrer dans les subdivisions généralement admises pour le keuper et demandent une classification spéciale.

La plus grande difficulté que présente cette classification provient de l'apparition de coquilles du type de la faune de St-Cassian à trois horizons différents, séparés les uns des autres par de grands dépôts de calcaires et de dolomies. La réapparition de ces fossiles est liée au retour des sédiments mécaniques qui ont formé les marnes de Partnach, celles de St-Cassian, et celles des *Torer Schichten*. Ces marnes contiennent beaucoup de débris de plantes de la lettenkohle et sont des dépôts littoraux. Le retour de faunes semblables à des époques aussi diverses prouve que la faune des régions littorales n'a subi que des modifications peu sensibles pendant une grande partie de la période triasique supérieure.

L'étude des formations pélagiques amène à des résultats différents et permet de distinguer quatre faunes bien tranchées :

1° La faune caractérisée par l'*A. doleriticus* (I); elle repose sur le muschelkalk. 2° La faune caractérisée par

l'*A. Metternichi* (VI), dans laquelle on peut établir plusieurs subdivisions ; elle embrasse les couches de Zlambach et la partie inférieure des calcaires de Hallstatt. 3° La faune caractérisée par l'*A. Aonoides* (VII), séparée de la précédente par une limite très-marquée. 4° La faune de St-Cassian proprement dite (VIII), ayant quelques espèces communes avec la précédente.

A cette faune succède celle d'Esino et du calcaire du Wetterstein, riche en gastéropodes, puis la faune peu définie des céphalopodes des *Torer Schichten* et celle du calcaire du Dachstein.

La faune pélagique de cette mer a donc subi une série de modifications importantes pendant que les rivages ont conservé sans altération (jusqu'au calcaire de Dachstein) un grand nombre de leurs types. La séparation la plus marquée se trouve au milieu des calcaires de Hallstatt; avec l'*A. Aonoides,* apparaît une faune entièrement nouvelle et c'est en ce point que M. de Mojsisovics établit une des deux grandes subdivisions déjà indiquées du terrain triasique supérieur.

Résumé : Ce savant géologue divise donc ce terrain de la manière suivante :

A. Étage rhétique.

B. Étage carnique [1]. . { 1. Groupe larique.
2. Groupe badiotique.

C. Étage norique . . . { 1. Groupe halorique.
2. Groupe œnique.

[1] Voici l'étymologie de ces dénominations : les noms des étages sont tirés de ceux de la chaîne des Alpes : Alpes carniques et Alpes noriques ; *larique* provient de *Lacus Larius* (lac de Côme) ; *œnique* de *Œnus* (Inn) ; *badiotique* et *halorique* sont tirés des noms de peuples anciens ; les Badiotes étaient les habitants romains des environs de Saint-Cassian ; les Halores étaient de race celtique, et furent les premiers à exploiter les gisements de sel du Salzkammergut.

Dans les régions littorales de la mer triasique supérieure des Alpes orientales, ainsi que dans les régions occupées par la lettenkohle et le keuper, les mêmes types ont persisté sans grande modification jusqu'au commencement du groupe larique. Les intercalations à trois reprises différentes de sédiments mécaniques avec une faune littorale et des plantes terrestres en sont la preuve. Deux fois, à la base de l'étage norique et de l'étage carnique, les sédiments mécaniques envahissent tout le domaine du trias alpin et les faunes pélagiques subissent les modifications les plus importantes. Le même changement se renouvelle une troisième fois à la base de l'étage rhétique.

M. de Mojsisovics a mis à la fin de son travail une série de coupes géologiques destinées à appuyer ses conclusions et la description des ammonites suivantes : *Amm. Archelaus* Laube, *doleriticus* Mojs., *judicarius* Mojs., *Regoledanus* Mojs., qui appartiennent au groupe des *Trachyceras; Amm. Daonicus* Mojs. et *tridentinus* Mojs. qui sont des *Arcestes* et *Amm. Carinthiacus* Mojs. A l'exception du dernier, ces fossiles ont été trouvés dans les tufs doléritiques (groupe œnique) des Alpes lombardes ; l'*A. Carinthiacus* provient des environs de Raibl, où elle a été recueillie dans le même horizon.

E. Favre.

NOTE
SUR UN SPECTRE SOLAIRE
ÉTALÉ
SUR LE LAC DE GENÈVE

PAR

M. le professeur Élie WARTMANN.

Le lundi 2 novembre 1868, à une heure cinquante-cinq minutes, temps moyen, nous avons observé, mon fils Auguste et moi, un magnifique spectre qui brillait à la surface du lac et paraissait éloigné de sept à huit cents mètres du bord oriental. Nous étions placés sur la rive gauche, nous dirigeant de la ville vers le bas de la côte de Cologny. A peine avions-nous dépassé l'extrémité de l'ancienne jetée, près de la campagne de M. le professeur Merle d'Aubigné, que le phénomène s'offrit à nos yeux dans toute sa splendeur. L'atmosphère était parfaitement calme et d'une transparence complète. Le soleil était élevé de vingt-deux degrés au-dessus de l'horizon. La bande lumineuse rectiligne, ayant le rouge à notre gauche, c'est-à-dire du côté du soleil, occupait une longueur que nous avons évaluée à cinq ou six mètres, sur une largeur apparente un peu supérieure au diamètre de l'astre.

Les couleurs se dégradaient du rouge au violet avec une puissance de coloris que je n'ai vue dans aucun arc-en-ciel : le jaune et le vert possédaient un éclat inaccoutumé. Je n'avais malheureusement ni polariscope ni moyen de prendre des mesures angulaires ; mais j'ai constaté que l'ombre portée sur le sol par un bâton vertical faisait un angle d'environ quarante-deux degrés

avec une droite menée de ce bâton à la tête du spectre. C'est l'angle de déviation maximum des rayons rouges de l'arc-en-ciel intérieur.

Le lac était très-calme sur la partie qui s'étendait du spectre à nous ; par delà il présentait la teinte caractéristique indigo-verdâtre que revêt sa surface quand elle est ridée par la brise du Nord-Est.

Lorsque nous marchions du côté du Nord, le spectre diminuait d'éclat, tandis qu'un retour vers notre premier poste d'observation nous le faisait apercevoir dans toute sa splendeur. Notre œil était à environ quatre mètres et demi au-dessus du niveau du lac. Au bout de six minutes, la hauteur solaire n'était plus que de vingt-un degrés et le phénomène avait disparu.

D'après les observations météorologiques publiées par M. le professeur Plantamour, la température du lac et celle de l'air étaient, ce jour-là, à très-peu près égales entre elles et à quatorze degrés centigrades. L'atmosphère était très-voisine de son point de saturation.

J'ai cherché le lendemain et les jours suivants à revoir ce phénomène, bien rare, puisqu'il n'a été, à ma connaissance, signalé par aucun observateur [1] ; mes tentatives ont été vaines. Je n'ai pas eu plus de succès au mois de février de l'année actuelle, lorsque la hauteur du soleil a égalé celle du 2 novembre. Le lac était fortement agité et le soleil beaucoup moins radieux.

[1] Il différait par la disposition en ligne droite de la bande lumineuse, et par ses dimensions, de l'arc-en-ciel horizontal observé en mer par M. Collingwood, qui l'a décrit et figuré dans le numéro de décembre 1867 du *Philosophical Magazine*. Voir les *Archives*, tome XXXI, p. 60; janvier 1868.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

A. Wullner. Ueber die Spectra, etc. Sur les spectres de quelques gaz contenus dans des tubes de Geissler. (*Pogg. Annalen*, t. CXXXV, p. 497.)

Les spectres que donne la lumière émise par les gaz et les vapeurs raréfiés lorsqu'ils sont traversés par la décharge d'une bobine d'induction ont été étudiés et décrits en détail par Plücker [1]. Plus tard, dans un travail fait en commun, MM. Plücker et Hittorff [2] reconnurent que le phénomène était plus complexe qu'il n'avait semblé d'abord; ils constatèrent que certains corps tels que l'azote et le soufre présentaient, suivant les circonstances de température, de pression, etc., deux spectres différents, l'un continu avec des champs lumineux d'une certaine étendue (spectre de 1re classe); l'autre, composé de lignes brillantes en nombre plus ou moins grand séparées par des espaces obscurs (spectre de 2me classe).

L'auteur du présent mémoire s'est surtout appliqué à étudier les formes diverses que le spectre d'un même gaz est susceptible de revêtir, et les causes qui produisent ces variations. Il n'a opéré que sur trois gaz différents l'hydrogène, l'oxygène et l'azote.

a. — *Hydrogène.*

Plücker avait tout d'abord décrit le spectre de l'hydrogène comme se composant de trois lignes brillantes Hα (rouge

[1] Plucker, *Poggend. Annalen*, tome CVII, pp. 497 et 638, et *Ann. de Chimie et de Phys.*, 3me série, tome LVII, p. 497.

[2] Plucker et Hittorf, *Philosophical Transactions*. London for 1865, page 1.

coïncidant avec la ligne C de Fraunhofer), Hβ (vert-bleue tombant sur F) et Hγ (bleue violette immédiatement à côté de G), outre ces trois lignes il en avait observé une quatrième fort peu distincte, dans le violet, dont la position n'avait pas pu être exactement fixée. Dans les premières recherches de Plücker, ces lignes brillantes étaient parfois accompagnées d'une longue bande lumineuse s'étendant de part et d'autre de la raie D ; dans la suite MM. Plücker et Hittorf reconnurent que c'était là un spectre à part de l'hydrogène, ne présentant du reste aucune analogie avec les spectres continus de 1re classe de l'azote, du soufre ou d'autres corps, par ce fait qu'avec un grossissement suffisant on peut le décomposer en un grand nombre de raies brillantes.

A ces deux spectres bien distinctes de l'hydrogène M. Wullner est venu en ajouter d'autres encore. Dans son travail sur les rapports existants entre le pouvoir réfringeant des corps et leur densité [1], où il employait comme points de repères les raies brillantes du spectre de l'hydrogène tel que Plücker l'avait décrit, il vit subitement le spectre d'un tube de Geissler à hydrogène sur lequel il avait longtemps opéré se changer en un spectre continu ressemblant au spectre de 1re classe de l'azote et qu'il attribua d'abord à une rentrée d'air dans le tube. Cela ne tenait pas toutefois à cette cause, car dans une série d'observations subséquentes le spectre fourni par ce tube reprit sa forme première aussi subitement qu'il l'avait perdue. M. Wullner avait constaté par là l'existence d'un troisième spectre de l'hydrogène correspondant à des circonstances qui lui étaient alors inconnues.

Cette observation fortuite est le point de départ du présent mémoire. L'auteur chercha à la reproduire, et il y réussit avec un autre tube *spectral* à hydrogène ayant des électrodes en platine et construit par M. Geissler de Bonn. Ce tube se comporta exactement comme le premier ; le jet élec-

[1] *Poggend. Annalen*, tome CXXXIII, p. 1.

trique de rouge qu'il était devint blanc, et le spectre qu'il produisait de discontinu qu'il était d'abord devint continu avec une superbe dégradation de couleurs. Seulement pour ce tube-là, la transformation fut permanente et le spectre ne reprit point dans la suite sa forme première. Voici du reste la description exacte de ce nouveau spectre de l'hydrogène telle que la donne M. Wüllner.

Dans la partie la moins réfrangible du spectre se trouve d'abord la raie rouge $H\alpha$ déjà mentionnée ailleurs ; à droite de cette raie un espace obscur qui s'étend jusqu'aux 0,15 de l'intervalle $H\alpha$—D à partir de $H\alpha$. C'est là que commence le spectre continu, lequel ne s'étend pas tout à fait jusqu'à la raie $H\gamma$ du spectre ordinaire de l'hydrogène ou la raie G de Fraunhofer. Dans les parties rouges et jaunes de ce spectre, on peut distinguer environ dix-huit champs lumineux de différentes largeurs, coupés eux-mêmes par des raies noires, et il est probable qu'avec un grossissement suffisant et l'emploi d'un grand nombre de prismes, suivant la méthode de Plücker, on reconnaîtrait que ces parties-là appartiennent au spectre discontinu décrit par Plücker et Hittorf. Il n'en est pas de même du reste du spectre qui est bien réellement un spectre de première classe. C'est d'abord au delà du jaune un champ vert très-pâle limité à droite par une raie verte plus brillante, et encore au delà un champ d'un brun vert diversement nuancé s'étendant jusqu'à la raie $H\beta$ qui devient visible, et présentant dans cet intervalle un certain nombre de raies plus brillantes dont quatre entre autres ressortent avec un éclat tout particulier. Le spectre continu s'étend encore dans le bleu jusqu'au milieu de l'intervalle $H\beta$—$H\gamma$. Sur ce fond bleu pâle l'on discerne encore quatre raies brillantes dont la deuxième et la quatrième présentent le plus d'éclat.

M. Wullner a aussi obtenu ce même spectre avec un grand nombre d'autres tubes, mais toujours, lorsqu'après les avoir soumis à une forte décharge de la bobine d'induction, il les fai-

sait ensuite traverser par un courant plus faible. La production d'un spectre de première classe devait donc, selon toute apparence, provenir encore ici d'un abaissement de température dans le tube, comme Plücker et Hittorf l'avaient constaté pour d'autres gaz présentant des spectres continus. Il était probable que le passage de la décharge altérait la surface des électrodes et augmentait la résistance en ces points là, jusqu'à diminuer d'une manière notable l'intensité du courant, et par conséquent aussi l'élévation de température qu'il produit par son passage dans la masse gazeuse. En effet, lorsqu'on vainquait cette résistance au moyen d'une décharge électrique, présentant une plus forte tension, le spectre de seconde classe reparaissait immédiatement en même temps que la coloration rouge du jet. C'est ce qui arriva en faisant passer dans le tube la décharge d'une bouteille de Leyde. Avec une machine de Holtz sans condensateur, on obtenait le spectre continu, mais dès qu'on ajoutait à la machine les petites bouteilles de Leyde, on reproduisait d'une manière permanente les conditions normales de l'hydrogène, lesquelles subsistaient ensuite même avec une décharge induite faible. Toutefois lorsqu'on prolongeait le passage de cette décharge plus faible pendant un quart d'heure, le spectre continu reparaissait avec l'apparence blanchâtre du jet.

Jusqu'ici l'auteur n'avait opéré que sur des tubes fermés, et par conséquent sur des gaz à pression constante. Une fois qu'il était bien constaté, dans ces conditions-là, que l'apparence du jet électrique dans l'hydrogène raréfié, ainsi que le spectre de ce gaz varient avec l'intensité du courant et l'élévation de température qu'il produit par son passage, on pouvait s'attendre à constater une modification tout à fait analogue en faisant varier la pression du gaz. M. Wullner a effectivement vérifié cette hypothèse dans une série d'expériences exécutées avec M. Bettendorff. L'appareil employé par ces Messieurs consistait en un tube spectral, muni de deux robinets de verre, solidement fixé en avant de la fente du spec-

troscope, et présentant à ses extrémités, au delà des robinets, deux prolongements tubulaires également en verre, aboutissant l'un à une pompe de Sprengel, l'autre à des tubes pleins d'acide sulfurique concentré et d'acide phosphorique communiquant eux-mêmes avec un appareil pour la décomposition de l'eau par la pile. Les gaz, dans cet appareil, n'étaient pas recueillis tous deux en même temps, de manière à éviter que l'oxygène, dissous dans l'eau acidulée, ne vînt se mélanger à l'hydrogène; la petite cloche qui surmontait l'électrode négative de l'appareil de décomposition servait en même temps de gazomètre. Pour obtenir le gaz pur dans le tube spectral, on commençait par le dessécher en le faisant traverser par un courant d'air sec, tandis qu'on le chauffait avec précaution, puis on y faisait le vide après quoi on y introduisait l'hydrogène qu'on expulsait ensuite avec l'aspirateur Sprengel, pour en introduire une nouvelle dose, et cela jusqu'à ce que la pureté du gaz eût été constatée par l'absence de toute raie étrangère dans son spectre. Cela étant, on diminuait graduellement la pression en observant à mesure les variations qui en résultaient pour le spectre de l'hydrogène.

A 100^{mm}, le jet était assez éclatant pour être observé, et donnait un spectre continu, mais pâle, avec les raies $H\sigma$ et $H\beta$. A mesure que la pression diminuait, il augmentait en intensité lumineuse, et se rapprochait peu à peu de l'apparence décrite en détail plus haut. A 30^{mm}, ce spectre continu avait acquis son maximum d'éclat, puis il pâlissait de plus en plus à mesure que la pression continuait à diminuer. Dans cette seconde période au contraire les lignes $H\alpha$ $H\beta$ et $H\gamma$ devenaient de plus en plus brillantes, jusqu'à 21^{mm}; à partir de là elles conservaient à peu près le même éclat jusqu'à 2^{mm} ou 3^{mm} où elles demeuraient seules après la disparition complète du spectre continu. Au delà et quand la pression avait diminué jusqu'à devenir inférieure à 1^{mm}, les lignes brillantes perdaient de leur éclat et une portion du spectre continu reparaissait dans le vert.

Lorsqu'on était arrivé au vide le plus parfait que pût produire l'aspirateur Sprengel, l'apparence du jet changeait subitement et il affectait une belle couleur verte semblable à celle d'une flamme de thallium, en même temps le spectre prenait une toute nouvelle forme. La ligne rouge $H\alpha$, dans ce cas, s'éteint presque complétement, la partie rouge et jaune du spectre continu a entièrement disparu; en revanche l'on voit apparaître six groupes de raies vertes très-brillantes, ressortant sur un fond presque entièrement obscur et dont les positions sont les suivantes [1] :

1er *groupe*, trois raies, raie du milieu (la plus brillante)	62°,47′,40″
2me *groupe*, trois raies, raie du milieu	63, 10, 15
3me *groupe*, deux raies, seconde raie (la plus brillante)	63, 29, 20
4me *groupe*, deux raies très-rapprochées, seconde raie (id.)	63, 46, 25
5me *groupe*, trois raies, raie du milieu (très-large et brillante)	64, 22, 20
6me *groupe*, au moins six raies, raie du milieu .	64, 38, 40
$H\beta$ qui n'est plus que très-faible	64, 51, 10

outre ces raies l'on en aperçoit encore d'autres également vertes, mais très-pâles pour la plupart indéterminables; et au delà de 65°,20′ deux champs bleus également très-pâles.

Ce dernier spectre à raies brillantes se produit toutes les fois que l'on a atteint la pression la plus faible que puisse donner l'aspirateur Sprengel. La résistance dans l'intérieur du tube devient telle que l'électrode positive surgit, fond partiellement et s'agglomère en petites boules; le courant

[1] Ces mesures ont été faites avec un prisme de flint-glass présentant un angle de 60°,2′ et donnant les indices de réfraction suivants : $H\alpha = 1,743355$, $H\beta = 1,772210$, $H\gamma = 1,790564$; le spectroscope employé était un spectroscope de Meyerstein, tel que l'auteur l'a décrit dans le travail déjà cité plus haut (*Pogg. Ann.*, tome CXXXIII, p. 1).

cesse alors de la traverser et l'étincelle s'échappe du point où le fil d'aluminium est soudé dans le verre. Souvent aussi après cela le jet redevient blanc et le spectre continu reparaît ; mais l'on peut toujours rétablir la lumière verte et le spectre aux six groupes de lignes vertes par le passage au tavers du tube à ces basses pressions de l'étincelle d'une bouteille de Leyde ou du courant de la machine de Holtz avec condensateur.

On pourrait objecter que ce dernier spectre était produit par l'aluminium qui constituait les électrodes, ou par le mercure de l'aspirateur, ou par les acides sulfuriques ou phosphoriques des appareils de dessication, ou enfin par la graisse des robinets et des hydrogènes carbonés qui auraient pu se produire par leur décomposition, l'auteur a reconnu cependant qu'il n'y avait aucun rapport entre ce spectre de l'hydrogène et ceux de ces différents corps. Il a fait en particulier une étude étendue des spectres de l'aluminium, dans le détail de laquelle nous n'entrerons pas ici. Il a reconnu que les vapeurs d'aluminium donnaient deux spectres différents, un spectre continu de 1re classe, et un spectre à raies ou de 2me classe correspondant aux températures les plus élevées.

De tous les faits qui précèdent il ressort clairement que les différents spectres de l'hydrogène sont bien réellement distincts ; ce gaz ne présente pas un seul et même spectre augmentant en éclat et en étendue à mesure que l'éclat du jet augmente lui-même, l'on voit au contraire que *la qualité de la lumière émise par la décharge électrique dans l'hydrogène raréfié varie aussi bien que sa quantité ou son éclat avec la température produite dans ce gaz par le passage du courant.*

b. — *Oxygène.*

Plücker et plus tard MM. Plücker et Hittorf n'avaient observé et décrit qu'un seul spectre de l'oxygène consistant en une série non interrompue de lignes brillantes très-

rapprochées depuis le rouge orange jusqu'au violet. M. Wullner a recherché si le spectre de ce gaz ne variait pas comme celui de l'hydrogène avec la pression et la température et pour celà il a opéré avec l'appareil décrit ci-dessus, sur le gaz provenant de la décomposition de l'eau qu'il obtenait parfaitement pur en ayant soin de chauffer le tube spectral pendant qu'il le faisait traverser par un courant desséché sur l'acide phosphorique et l'acide sulfurique de manière à expulser de ce tube toute la vapeur d'eau qui pouvait être demeurée adhérante à ses parois. La pureté du gaz ayant été constatée, on faisait graduellement le vide dans le tube. A 28^{mm} ou 30^{mm} le jet commençait à être suffisamment lumineux pour former un spectre distinct composé de six lignes brillantes, dans le rouge, le vert, le bleu et le violet, entre autres la ligne rouge-chair $O\alpha$ que Plücker indique comme particulièrement caractéristique de l'oxygène.

A mesure que la pression diminue, de nouvelles raies apparaissent dans les différentes parties du spectre. Cependant à partir de 6^{mm} l'on aperçoit entre ces raies des bandes lumineuses continues, d'abord très-pâles, mais dont l'éclat augmente de plus en plus et enfin quand la pression est arrivée à être moindre d'un millimètre le spectre discontinu de l'oxygène s'est changé en un spectre continu de première classe composé de plusieurs longues bandes lumineuses s'étendant principalement dans le vert et dans le bleu, en même temps la teinte du jet est devenue légèrement verdâtre.

En diminuant encore la pression jusqu'au vide le meilleur que pût donner l'aspirateur, M. Wullner vit s'opérer dans le spectre une transformation subite tout à fait analogue à celle qu'il avait déjà constatée dans ces conditions avec l'hydrogène. Les champs lumineux continus disparurent instantanément, pour faire place à plusieurs groupes de raies brillantes d'un superbe éclat, principalement dans le vert et le bleu qui étaient indiqués d'avance par la coloration vert-bleu du jet. Ce spectre n'a aucun rapport avec celui qui a été décrit par

Plücker dans les *Philosophical Transactions*, 1865 ; il se compose comme suit de cinq groupes :

1er *groupe*	63°,11′ à	63°,20′
2me *groupe*	63°,48′ à	64°, 9′
3me *groupe*		64°.42′
4me *groupe*		65°, 4′
5me *groupe*		65°,40′

et outre cela de quatre raies isolées dans le violet.

Ici encore le meilleur procédé pour produire successivement les deux spectres de l'oxygène consiste dans l'emploi de la machine de Holtz. Avec la machine sans condensateur, le jet a une teinte verdâtre, le spectre est continu et composé essentiellement de quatre champs lumineux vert-jaune, vert, vert-bleu, et violet sans aucune raie brillante. Au moment de l'addition du condensateur, le spectre devient subitement un spectre de seconde classe par l'apparition de sept groupes de raies brillantes bien déterminées, sans aucun lien avec les bandes qui les avaient précédées. Ces deux spectres ont été reconnus parfaitement identiques aux spectres de première et de seconde classe obtenus avec le Ruhmkorff et décrits ci-dessus, seulement le nombre des raies visibles est plus grand avec la machine de Holtz qu'avec la petite bobine qu'employait l'auteur. Ainsi donc, ici encore, le spectre de première classe correspondait à la température la moins élevée.

c. — *Azote.*

Conformément aux observations de Plücker pour étudier le spectre de l'azote, il n'y a qu'à opérer sur de l'air raréfié bien sec, lequel ne donne jamais les raies de l'oxygène. Dans le tube spectral de M. Wullner, le jet commença à passer au travers de l'air raréfié, à 94mm de pression ; mais ce ne fut qu'à 46mm qu'il eut un éclat suffisant pour donner un spectre distinct : ce spectre est continu. L'on n'apercevait guère

alors que la partie verte et surtout la partie violette si caractéristique de l'azote.

A mesure que la pression diminue le spectre se complète par l'apparition de nouvelles bandes colorées ; à 1^{mm} environ il a atteint son maximum d'éclat, puis il diminue par la disparition des parties les moins brillantes. Dans ces conditions-là, on ne peut à aucune pression, avec une petite bobine de Ruhmkorff, produire un spectre discontinu ou de seconde classe ; il en est de même avec la décharge de la machine de Holtz sans condensateur. Pour obtenir un spectre de seconde classe, il faut ajuster à la machine un condensateur, ou faire passer la décharge d'une bouteille de Leyde. En cela l'azote se distingue nettement des deux gaz précédents. Les changements de température qui accompagnent les variations de pression du gaz ne suffisent pas dans le cas de l'azote pour modifier la qualité de la lumière qu'il émet lors du passage de cette décharge ; pour modifier réellement la qualité de la lumière émise, il faut changer la nature même du courant et remplacer le courant induit par l'électricité statique. La différence existant sur ce point entre les différents gaz demeure jusqu'ici un point obscur qui demande à être repris et à faire l'objet d'une étude plus détaillée.

Nous nous sommes étendus plus longuement que nous ne le faisons à l'ordinaire sur cet intéressant travail, à cause de toutes les observations précises qu'il renferme et de l'abondance de faits de détail qui n'en sont pas moins fort importants pour la théorie, et montrent toutes les précautions qu'il convient d'apporter dans l'analyse spectrale des gaz. Il ressortait déjà des travaux de M. Plücker que l'analyse spectrale d'un mélange ou d'une combinaison de différents gaz n'indique pas toujours la présence de tous les corps qui s'y trouvent renfermés. Et maintenant des nouvelles recherches de M. Wullner, il suit que le spectre d'un seul et même gaz n'est pas un fait absolument unique et constant. E. S.

F. Gutrie. On the thermal resistance of liquids. — Sur la résistance des liquides au passage de la chaleur. (*Proceedings of the Royal Society*, janvier 1869.)

Pour déterminer la loi de conductibilité de la chaleur à travers les liquides, l'auteur se sert d'un appareil auquel il a donné le nom de *diathermomètre*, et qu'il décrit comme suit :

Un cône creux en laiton à base de platine, renversé de manière que le sommet soit tourné en bas, est ajusté à un trépied qui repose sur un système de vis. Le sommet de ce cône a une forme tubulaire, et est muni d'un robinet au travers duquel passe un tube de verre gradué, disposé verticalement et plongeant dans de l'eau. Le niveau de l'eau dans le tube est presque aussi élevé que le sommet du cône. Un second cône, semblable en tout au premier, mais ayant le sommet tourné en haut, est disposé de façon à pouvoir être rapproché à volonté du premier par le moyen d'une vis micrométrique. Les deux cônes en laiton, ainsi que leurs bases en platine, sont parfaitement polis, ces dernières au moyen de lavages successifs avec de l'acide nitrique chaud, de la soude caustique, de l'alcol et enfin de l'eau. Le cône inférieur ayant été disposé de manière à ce que sa base soit dans une position parfaitement horizontale, on abaisse le cône supérieur jusqu'à ce que sa base se trouve à la distance voulue de celle de l'autre. Il s'établit ainsi entre les deux bases en platine un intervalle cylindrique d'un diamètre et d'une épaisseur donnés. Cet intervalle, ou « chambre sans parois, » reçoit le liquide dont on cherche à déterminer la résistance thermique. On l'introduit entre les bases des deux cônes par le moyen d'une pipette étranglée d'une capacité connue, et il y reste par suite de l'adhésion jointe à la cohésion de ses particules entre elles. L'auteur décrit ensuite le mode employé pour faire passer à travers le cône supérieur un courant constant

d'eau chaude d'une température uniforme et déterminée. Ce courant réchauffe en passant la base du cône supérieur, laquelle communique aussitôt sa chaleur au liquide en contact avec elle Cette chaleur descend à travers le liquide, réchauffe la base du cône inférieur, dilate l'air qui y est renfermé, et déprime ainsi le niveau de l'eau dans le tube qui y est ajusté.

M. Guthrie passe en revue différentes sources d'erreur tenant à l'imperfection de l'appareil, et les moyens employés pour les faire disparaître. Il conclut à la suite d'expériences directes relatives, 1° au temps requis pour la production du premier effet calorifique sur la base du cône inférieur, et 2° du changement à peine sensible produit par l'introduction de disques diathermanes, que l'effet qu'on pourrait attribuer à la radiation est sinon nul, au moins trop insensible pour qu'il puisse en être tenu compte.

L'auteur fait remarquer, qu'en cherchant à mesurer la résistance opposée par les liquides au passage de la chaleur plutôt que leur pouvoir conducteur proprement dit, il parvient à éviter plusieurs sources d'erreur que présentent ordinairement les expériences de cette nature. En effet, en mettant d'abord les deux cônes en contact par leurs bases polies, et en faisant passer de l'eau à une température donnée à travers le cône supérieur, il se produit aussitôt un certain effet thermique sur la base du cône inférieur. Si ensuite, après avoir éloigné les bases des deux cônes l'une de l'autre, on introduit un liquide dans l'intervalle qui les sépare, et qu'on continue à faire passer à travers le cône supérieur de l'eau à la même température que précédemment, l'effet thermique produit sera moindre. *La différence entre les deux effets donnera la mesure de la résistance du liquide.* Dans le calcul des résultats ainsi obtenus, il est nécessaire de tenir compte des variations qui ont lieu dans la densité de l'air du cône supérieur à mesure que l'eau est déprimée dans le tube de verre. Pour déterminer les résultats absolus en unités thermiques, il est indispensable de tenir compte du diamètre de la surface du cône

inférieur, de son volume, et de la chaleur spécifique de l'air qu'il renferme.

Voici les résultats principaux auxquels arrive M. Guthrie :

1° Il a déterminé le rapport qui existe, dans le cas de l'eau, entre l'épaisseur de la couche liquide et le temps requis pour le premier commencement de l'effet calorifique.

2° Le rapport entre la température et le temps requis pour le commencement de l'effet calorifique. L'auteur montre que, sous ce rapport, l'eau chaude conduit mieux la chaleur que l'eau froide, et que plus on réchauffe l'eau, plus son pouvoir conducteur devient considérable.

3° Le rapport entre la quantité totale de chaleur transmise dans un temps donné, et l'épaisseur de la couche liquide ainsi que sa température.

4° Il a déterminé l'effet de différentes solutions salines pour modifier le pouvoir conducteur de l'eau. Tout sel dissous dans l'eau augmente la conductibilité de ce liquide. L'auteur pense que l'effet du sel dissous est dû en grande partie, sinon entièrement, au déplacement d'une portion de l'eau par une substance offrant une plus grande résistance, et probablement aussi à une modification dans la chaleur spécifique du liquide.

5° Le tableau suivant donne la résistance thermique comparative de divers liquides placés dans des circonstances parfaitement identiques. L'épaisseur de la couche liquide était pour chacun d'eux de *un* millimètre; la température initiale du liquide était de 20°,17 C. et la différence de température de 10°. En d'autres termes la base en platine du cône supérieur était maintenue à 30°,17. La durée de l'expérience était dans chaque cas de *une* minute. Les nombres ci-dessous donnent la résistance thermique de chaque liquide dans les circonstances qui viennent d'être indiquées, c'est-à-dire, le rapport entre les quantités de chaleur interceptées par les différents liquides et celle interceptée par l'eau.

Liquide.	Résistance spécifique.	Liquide.	Résistance spécifique.
Eau	1	Alcool butylique	10,00
Glycérine	3,84	Acétate d'amyle	10,00
Acide acétique (glacial)	8,38	Amylamine	10,14
Acétone	8,51	Alcool amylique	10,23
Oxalate d'éthyle	8,85	Huile de térébentine	11,75
Huile de baleine	8,85	Nitrate de butyle	11,87
Alcool	9.08	Chloroforme	12,10
Acétate d'éthyle	9,08	Bichlorure de carbone	12,92
Nitrobenzole	9,86	Bromure d'éthyle	13.16
Oxalate d'amyle	10,06	Iodure d'amyle	13,27

L'auteur fait ressortir les points les plus saillants des résultats ci-dessus ; savoir, la résistance remarquablement faible de l'eau et des corps qui renferment une grande proportion des éléments de ce liquide, ainsi que la possibilité que ce fait se lie aux résultats obtenus par Magnus sur la conductibilité de l'hydrogène. Il fait aussi remarquer l'accroissement de la résistance thermique qui accompagne une plus grande complexité moléculaire dans le cas des liquides isotypiques, tels que les alcools et leurs dérivés, ainsi que la grande résistance qu'offrent les liquides contenant des halogènes. M. Guthrie fait aussi ressortir l'accord qui règne entre les résultats ci-dessus et ceux obtenus par M. Tyndall sur la diathermansie, résulats d'après lesquels *un liquide très-diathermane offre invariablement une grande résistance à la conduction de la chaleur.*

P. Riess. Sur les soupapes électriques. (*Pogg. Annalen*, tome CXXXVI, p. 31.)

Le premier fait du genre de ceux qui nous occupent ici a été découvert, comme le rappelle M. Riess, en 1819, par Paul Erman, il concerne la lampe de Davy. Si l'on place sur un électromètre condensateur une lampe métallique à alcool

éteinte et surmontée d'une spirale en platine que la combustion de la vapeur d'alcool maintient à la chaleur rouge, l'on reconnaît que cet appareil perd plus vite son électricité lorsqu'on le charge positivement que lorsqu'on le charge négativement. A condition cependant que la spirale ne soit rouge qu'à sa partie supérieure et que, par conséquent, la combustion de la vapeur d'alcool soit incomplète : dans le cas où la spirale tout entière est rouge, la colonne gazeuze conduit également bien l'électricité dans les deux sens. Plus tard, Andrews [1] reconnut que l'on peut séparer les deux courants d'une machine magnéto-électrique en introduisant dans le circuit un brasier ardent qui ne laisse passer que les courants allant de la flamme aux charbons. Dans le cas où il employait ce procédé, l'on eût obtenu tout aussi bien la séparation des deux courants avec une simple interruption dans le circuit, au moyen de laquelle on eût arrêté les courants de fermeture. En 1855, M. Gaugain inventa la soupape électrique et attribua à son appareil la propriété de ne laisser passer que les courants de rupture d'une direction déterminée. M. Riess enfin modifia un peu la soupape électrique et en compléta la théorie en montrant qu'elle pouvait aussi laisser passer les courants de fermeture, pourvu qu'ils eussent la direction voulue. Dans le travail dont nous cherchons à rendre compte ici, le savant physicien de Berlin étudie les conditions principales du jeu des soupapes électriques en opérant exclusivement sur les courants induits par la décharge d'une batterie. Pou r arriver à des résultats précis, il importait en effet de s'en tenir à un cas unique, car il est bien connu que l'action des soupapes varie parfois avec la nature des courants.

La soupape électrique, sous la forme que lui avait donnée M. Riess dans son premier travail [2] et qu'il appelle *soupape*

[1] *Philos. Magazine*, t. IX, p. 176. — *Pogg. Ann.*, t. XLIII, p. 118.

[2] *Pogg. Annalen*, tome XCVI, p. 179; voir aussi la planche VI du tome CXX des mêmes *Annales*.

normale, consiste en un tube en verre contenant de l'air très-raréfié (une à deux lignes de pression), et présentant deux électrodes de formes et de dimensions très-différentes. L'une de ces électrodes, qu'il appelle la *pointe* (*die Spitze*), consiste en un simple fil de platine de $\frac{1}{2}$ millimètre de diamètre, ne dépassant point la plaque de verre qui ferme le tube, de manière à ne laisser pénétrer la décharge dans la soupape que par sa seule section. L'autre électrode, qu'il appelle le *plateau* (*die Fläche*), est formée d'une rondelle de laiton de 11 lignes de diamètre, distante de la pointe environ d'une ligne et portée par une tige de laiton de 1 $\frac{5}{8}$ ligne d'épaisseur, laquelle se meut dans un tube de même métal ayant un diamètre extérieur de 2 $\frac{1}{6}$ lignes et une longueur de deux pouces environ. La tige et sa gaîne pénètrent de 3 $\frac{1}{4}$ pouces dans l'intérieur de la soupape, mais peuvent être raccourcies à volonté. Lorsqu'on introduit la soupape normale ainsi définie dans le circuit d'un courant induit par une batterie électrique, on voit toujours l'aiguille d'un galvanomètre disposé dans ce circuit tourner du même côté que si l'on eût mis à la place de la soupape un couple platine et zinc ; la pointe de la soupape jouant le rôle du platine, le plan celui du zinc, et le gaz raréfié celui de l'eau acidulée. De telle sorte que la déviation galvanométrique dépend seulement de la position relative du galvanomètre et de la soupape [1]. Ce ré-

[1] Les *Archives* ayant donné dans leur numéro de juin une traduction complète du dernier mémoire de M. Edlund, nous devons attirer l'attention de nos lecteurs sur la note rectificative insérée par M Riess dans le tome CXXXVII des *Annales de Poggendorff* au sujet de l'interprétation que le savant suédois a donnée à la loi qui règle le jeu des soupapes électriques dont il est ici question.

La phrase de M. Edlund (voir *Archives*, t. XXXV, p. 139, lig 10) ferait croire que le sens dans lequel tourne l'aiguille d'un galvanomètre placé dans le circuit induit, dépend uniquement de la position de la soupape par rapport aux deux extrémités de la spirale induite. M. Riess, au contraire, avait établi nettement, dans le mémoire dont nous rendons compte ici, que le sens de cette déviation dépend exclusivement de la manière dont sont reliés le galvanomètre et la soupape

sultat est invariable avec la soupape normale d'après les travaux antérieurs de M. Riess; restaient à établir les conditions dont il dépend, et c'est là en effet le but que l'auteur s'est proposé en faisant de nouvelles expériences dans lesquelles il a varié de diverses manières la forme et les dimensions des électrodes de son appareil.

Il opérait avec une batterie composée de trois bouteilles de Leyde, présentant une surface de $2\frac{1}{2}$ pieds carrés chacune. La charge de cette batterie n'était prise que juste assez forte pour que le sens du courant à travers la soupape fût bien déterminé. La spirale inductrice se composait d'un fil de cuivre de $\frac{17}{24}$ ligne d'épaisseur et de 30 pieds de longueur, recouvert de guttapercha, la spirale induite de trente-deux pieds du même fil: un fil de cuivre également de $\frac{17}{24}$ ligne d'épaisseur servait à relier les extrémités de la spirale induite à la soupape ainsi qu'à un galvanomètre à miroir présentant un fil de trente pieds de long.

Cela étant, voici les différentes modifications que l'auteur a fait subir successivement à la soupape normale et les résultats qu'il a obtenus.

Rien n'étant changé au plateau, la pointe fut remplacée par une feuille de papier d'étain de 16 lignes de diamètre, collée sur le couvercle de la soupape. Trente-sept observations donnèrent le même résultat que dans le cas de la construction normale, seulement les déviations différaient beaucoup entre elles pour l'intensité, parfois même il n'y avait aucune déviation. Dans le cas où la rondelle de l'autre électrode était réduite à un diamètre de 7 lignes, la soupape ne jouait plus que le rôle d'une simple interruption donnant plus facilement passage aux courants de rupture qu'aux courants de fermeture. Ces expériences montrent que le jeu de la soupape électrique dépend de la différence existant entre les di-

électrique et point du tout de celle des deux électrodes de la soupape avec laquelle l'une ou l'autre des deux extrémités de la spirale induite est reliée.

mensions des surfaces libres tout entières des deux électrodes et non pas seulement des formes et dimensions de leurs extrémités immédiatement en présence. C'est ainsi que, dans la première série, la soupape a encore joué le même rôle qu'une soupape normale, parce que la surface de la rondelle ajoutée à celle de la tige qui la portait surpassait celle de la feuille d'étain recouvrant la pointe.

En second lieu, la pointe fut remplacée par une tige de laiton d'une ligne d'épaisseur $5\frac{1}{3}$ lignes de longueur, terminée par une pointe à sa partie inférieure; au-dessous et avec un intervalle d'une ligne était la tige en laiton de $3\frac{1}{4}$ pouces de longueur, destinée à porter la rondelle de la soupape normale, laquelle avait été enlevée. Ici encore, rien ne fut changé au sens de la déviation produite par la soupape et le résultat fut encore plus marqué quand la rondelle était replacée sur sa tige.

Ayant ensuite isolé la rondelle par une plaque de verre que le courant était obligé de contourner pour gagner la tige de laiton, l'auteur vit le rôle de la soupape se changer en celui d'une simple interruption, d'où il conclut que, pour qu'il y ait soupape, il faut que la décharge passe librement d'une des électrodes sur l'autre, à condition aussi que ces deux électrodes soient de dimensions très-différentes. L'auteur s'est assuré par un grand nombre d'autres expériences, que la différence de grandeur des deux électrodes agit seule pour produire l'effet d'une soupape, leur forme n'influant que sur l'intensité du courant transmis. C'est ainsi que des aiguilles disposées à l'extrémité de l'une quelconque des deux électrodes ne changent en aucune façon le sens du courant auquel la soupape donne passage; seulement, par leurs pointes effilées, elles facilitent le passage et donnent au phénomène une marche plus régulière.

Une soupape électrique destinée à donner des résultats constants ne doit pas être hermétiquement fermée, elle doit, au contraire, comme celles dont il a été question ici pouvoir se décomposer dans ses différentes parties, de manière à ce

que les conditions qui en règlent le jeu demeurent toujours au pouvoir de l'expérimentateur. C'est ainsi que les particules métalliques arrachées par le courant à l'une des électrodes peuvent aller se fixer tout à côté de l'autre, de façon à en augmenter considérablement la surface, ainsi que cela se passe parfois dans les tubes de Geissler qui, à l'usage, deviennent dans certains cas, de véritables soupapes électriques, par le fait d'un dépôt métallique très-fin qui se forme tout autour de l'une des deux électrodes. M. Riess expose des expériences faites sur un tube de Geissler transformé de la sorte à la longue en soupape électrique, et qui, cependant, n'oppose pas une plus grande résistance à un même courant électrique dans un sens que dans un autre. En revanche, il a reconnu des propriétés tout opposées aux tubes à entonnoirs, et en particulier au tube de Holtz qui, néanmoins, d'après les recherches de M. Poggendorff, laisse passer beaucoup plus facilement un courant simple, allant de la pointe à la tête d'un même entonnoir, qu'un courant de sens opposé. D'après l'expérience de M. Riess, le tube de Holtz n'agit pas comme une soupape électrique quand on le place dans le circuit des courants alternatifs induits par une batterie électrique. Dans ces expériences, le courant de rupture passait toujours en plus grande proportion que le courant de fermeture. De là, il suit qu'il ne faut pas chercher la cause du jeu des soupapes électriques dans la propriété de laisser passer plus facilement un courant isolé dans un sens que dans un autre, mais plutôt dans la forme particulière qu'affecte la propagation de l'électricité au travers d'un gaz raréfié. C'est en effet dans cette voie-là que l'auteur a cherché l'interprétation des propriétés de la soupape électrique.

M. Riess a démontré d'une manière incontestable pour les liquides, à peu près certaine pour l'air raréfié, qu'une décharge explosive au travers de ces milieux n'est jamais isolée, mais qu'elle est toujours accompagnée d'une autre décharge venant à sa rencontre en sens inverse [1]. Avant la production

[1] Riess, *Abhandlungen*, 1867, p. 58, 61, 158, 209.

d'une étincelle, il se produit toujours une lueur plus ou moins vive autour des électrodes, en même temps l'air qui entoure immédiatement ces électrodes est électrisé, partant repoussé par chacune d'elle [1]. Un courant isolé ne passera qu'après avoir traversé une couche d'air électrisée positivement à l'électrode positive, et une couche négative devant l'électrode négative. Vienne un second courant en sens inverse, et son passage sera singulièrement favorisé par les circonstances qui s'opposent au passage du premier. Il est en outre bien connu que cette lueur ou aigrette qui accompagne l'électrisation de l'air autour de l'électrode, se produit beaucoup plus vite et avec plus d'intensité au pôle négatif qu'au pôle positif.

Or la soupape normale étant introduite dans un circuit induit par une batterie électrique, l'électrode qui présente la plus grande surface, c'est-à-dire le plateau ne tardera pas, d'après ce qui précède, à être entouré d'une couche d'air électrisée négativement : quant à la pointe, à cause de la très-petite surface qu'elle présente, elle n'électrise pas sensiblement l'air qui l'avoisine : en tout cas, l'influence de la plus grande surface l'emportant de beaucoup sur celle de la plus petite, les courants pour lesquels le plateau est électrode positive passeraient beaucoup plus facilement que les courants de sens inverse. L'expérience a montré que, lorsque la surface de la pointe est plus grande, tout en restant fort au-dessous de celle du plateau, les cas d'exception à la règle générale deviennent plus fréquents, ce qui est conforme à cette interprétation, car alors elle peut aussi électriser la couche d'air qui l'avoisine.

La houppe négative ne se forme aussi facilement que dans les gaz raréfiés ; à la pression ordinaire, c'est plutôt à l'électrode positive que se produit la lueur qui précède la décharge. Aussi les appareils dont il est ici question, ne fonctionnent-ils comme soupape que lorsque l'air y est considérablement raréfié, sans cette condition, ils produisent l'effet d'une simple

[1] Faraday, *Exper. Research*, p. 1526, 1535

interruption dans le circuit, et ne donnent passage qu'à celui des deux courants qui possède la plus forte tension.

Lorsqu'on relie le plateau d'un condensateur avec l'une des électrodes de la soupape normale, l'autre électrode étant reliée à l'une des extrémités de la spirale induite, le condensateur se charge comme sous l'action d'un courant simple qui irait de la pointe au plateau de la soupape. Ainsi donc, dans le cas d'un courant interrompu, et lorsque une partie de l'électricité mise en mouvement va se reposer sur un conducteur, l'action de la soupape est inverse de ce qu'elle est dans un circuit fermé.

Revenant ensuite à la propriété qu'ont les flammes de séparer les deux courants induits, M. Riess a étudié le passage de la décharge induite par une batterie électrique au travers de diverses flammes. Il a opéré en premier lieu sur le brûleur de Bunsen en mettant en communication les extrémités de la spirale induite d'une part avec la lampe, d'autre part avec un fil de platine pénétrant jusqu'au sommet du cône obscur de la flamme ; en second lieu, avec le même brûleur, en empêchant l'arrivée de l'air : en troisième lieu, avec une lampe métallique à alcool, après avoir relié les extrémités de la spirale induite, d'une part avec un fil de platine introduit dans la mèche de cette lampe, d'autre part avec un autre fil également en platine pénétrant dans le sommet de la flamme : il a opéré en quatrième lieu, enfin, avec la lampe de Davy. La spirale de platine étant surmontée comme dans les expériences précédentes d'un fil de platine relié de même que le corps de la lampe avec l'extrémité de la spirale induite. Il a trouvé de la sorte que la flamme du gaz d'éclairage aussi bien que la flamme d'alcool et la colonne de vapeur d'alcool de la lampe de Davy, se comportent quoique imparfaitement comme une soupape électrique : la flamme jouant le rôle du plateau et la lampe celui de la pointe. L'action de la lampe de Davy, d'après ce que nous avons dit plus haut, est exactement inverse dans le cas où elle repose sur un condensateur

au lieu d'être introduite dans un circuit fermé. C'est le même fait que nous avons vu se produire quand la soupape électrique servait à charger un condensateur.

Les expériences qui précèdent ont été grandement facilitées par l'emploi d'une machine de Holtz qui permettait de charger la batterie très-rapidement et sans le moindre effort.

E. S.

A. Kundt. Ueber eine noch nicht, etc.— Sur une nouvelle espèce de figures produites a l'aide de poussières fines sur des conducteurs électriques. (*Pogg. Ann.*, tome CXXXVI, page 612.)

L'emploi de poussières fines, qui a rendu de si grands services en acoustique, en permettant de constater les mouvements réguliers, quoique de très-faible amplitude qui se produisent à la surface des corps vibrants, a parfois aussi trouvé sa place dans l'électricité. Ce procédé a servi dans certains cas à constater la répartition de l'électricité ou du magnétisme à la surface des corps, et M. Kundt en a fait une nouvelle application à l'étude des décharges électriques entre deux conducteurs métalliques. Il a trouvé que, lorsqu'une décharge électrique s'effectue entre une plaque métallique horizontale saupoudrée de lycopode, formant pôle positif et une boule ou une pointe placée immédiatement au-dessus, la poussière reste attachée à la plaque sur une surface circulaire bien déterminée; tandis que, partout ailleurs, on la chasse facilement en soufflant dessus, elle demeure sur cet espace circulaire, attirée évidemment par un résidu d'électricité. En prenant la plaque saupoudrée de lycopode comme électrode négative, l'expérience ne réussit que difficilement. Les dimensions de la figure ainsi obtenue varient avec certaines conditions telles que la forme et la distance de l'électrode négative.

M. Kundt a vu son diamètre varier de 10^{mm} à 200^{mm}. En re-

vanche les conditions de l'expérience demeurant les mêmes, le phénomène présente une grande constance et se prête à des mesures précises.

Le pôle négatif étant une boule de 50^{mm} de diamètre, l'auteur a obtenu une petite figure circulaire mal déterminée ayant un diamètre de 10^{mm} à 20^{mm}. Avec une boule négative de 20^{mm} de diamètre, la figure devient un cercle de contour très-régulier et très-net, d'un diamètre de 50^{mm}. Enfin, lorsque l'on décharge la plaque électrisée positivement à l'aide d'une pointe plus ou moins fine, et sans qu'il se produise d'étincelle, il demeure, après qu'on a chassé la poussière non adhérente, une figure circulaire parfaitement régulière et d'un diamètre d'autant plus grand que la pointe est plus effilée.

Sur un conducteur chargé négativement, l'on ne peut obtenir de figure circulaire, qu'en le déchargeant sans étincelle à l'aide d'une pointe très-fine. Sans cette condition-là, la poussière ne demeure pas attachée au conducteur négatif.

On peut aussi produire la figure de lycopode en opérant la décharge en sens inverse, c'est-à-dire en approchant de la plaque saupoudrée de cette poussière un conducteur électrisé négativement et dont l'électricité s'écoule sur la plaque avec ou sans étincelle.

On peut également faire l'expérience sur un carreau de Leyde ; mais le mieux est de faire communiquer les deux armatures d'une bouteille de Leyde d'une part, avec une simple plaque métallique, d'autre part, avec une pointe ou une boule maintenue au-dessus d'elle par un support et susceptible d'en être rapprochée ou éloignée à volonté. On peut de la sorte varier facilement les conditions de l'expérience.

Nous avons déjà vu que les dimensions de la figure de lycopode croissent à mesure que le diamètre du conducteur sphérique situé au-dessus diminue, et qu'il atteint son maximum quand ce conducteur est une pointe effilée. En outre,

le diamètre de la figure augmente à mesure que s'accroît la distance qui sépare la plaque et la pointe. La charge de la bouteille de Leyde n'exerce pas d'influence sur les dimensions de la figure.

Le lycopode est la poussière la plus appropriée à cette expérience ; on peut cependant employer d'autres poussières mauvaises conductrices, tels que du soufre ou de la résine. Avec des substances bonnes conductrices tels que du charbon ou de la limaille de fer, l'on voit se produire un tourbillon de poussière pendant le passage du courant, les particules sont soulevées et vont s'amonceler sous la pointe négative, mais elles ne demeurent pas adhérentes après le passage de la décharge.

M. Kundt explique comme suit, la production de cette figure circulaire de lycopode sur un conducteur électrique : soit que l'électricité de la pointe s'écoule sur la plaque, soit que celle-ci soit déchargée par la pointe, soit enfin, que l'on fasse jaillir entre la plaque et la pointe la décharge d'une bouteille de Leyde, la poussière non conductrice reste chargée d'électricité après que la plaque a été neutralisée par la décharge, et elle y demeure par ce fait adhérente. Quant à la forme circulaire de la figure de lycopode, c'est un fait que l'on devait prévoir, et qu'il faut admettre en tous cas comme tel sans chercher à l'expliquer. Il prouve que la décharge s'effectue elle-même dans un cône parfaitement régulier. M. Kundt ne tire pas pour le moment d'autres conclusions de ces observations. E S.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Sydney Ringer et Stewart. Sur la température du corps humain a l'état de santé. (*Proceedings of the Royal Society*, février 1869.)

Les observations en question ont porté sur des personnes d'âge différent. et dans plusieurs cas ont été continuées jour

et nuit. La température du corps a été habituellement notée heure par heure, et souvent à des intervalles plus rapprochés. Les questions suivantes ont été plus spécialement traitées :

1° La variation diurne de la température du corps humain.

2° Les effets de la nourriture sur cette température.

3° Les effets produits par les bains froids et les bains chauds.

Les auteurs sont arrivés aux conclusions suivantes :

1° La température maximum de la journée chez les personnes au-dessous de vingt-cinq ans est en moyenne de 37°,25 C. Chez les personnes au-dessus de vingt-cinq ans, elle est de 37°.1.

2° Le corps humain est sujet à une variation diurne dans sa température. Le maximum a lieu entre les heures de neuf heures du matin et six heures du soir. Depuis six heures du soir la température du corps baisse lentement, mais sans interruption, jusqu'à minuit, époque à laquelle elle atteint son minimum. A dater de trois heures du matin, elle s'élève de nouveau jusqu'à neuf heures, heure à laquelle elle atteint de nouveau son maximum. Cette variation diurne de température atteint chez les personnes, âgées de moins de vingt-cinq ans, le chiffre moyen de 1°,22 ; chez les personnes entre quarante et cinquante ans, elle est beaucoup plus faible, ne dépassant guère en moyenne 0°,49 ; quelquefois même elle n'est pas sensible. Il est à remarquer que l'abaissement de température peut avoir lieu chez les personnes âgées à toute heure également, tandis que pour les jeunes gens, il a lieu constamment pendant la nuit. De nombreuses expériences faites après les divers repas ont montré que la nourriture prise n'exerce aucune influence sur les variations diurnes de la température du corps.

3° L'effet des bains froids a été d'abaisser la température, soit de la surface du corps soit des parties intérieures. La température de la surface du corps a été dans quelques cas réduite momentanément jusqu'à 31°, mais le bain terminé,

la chaleur est revenue assez promptement pour montrer le peu d'efficacité des bains froids comme réfrigératifs. L'usage du bain froid n'a produit aucun changement dans la période ou dans le chiffre de la variation diurne.

L'usage des bains chauds ou des bains à vapeur tend à augmenter notablement la température du corps. Dans quelques cas de ce genre, un thermomètre placé sous la langue s'est élevé momentanément jusqu'à 40°. Les auteurs font ressortir avec quelle rapidité cette température diminue par les seuls effets de la radiation et de l'évaporation. L'usage habituel des bains chauds ne change d'ailleurs rien à la variation diurne de la température du corps.

Dr C. Hasse. De Cochlea avium. De la cochlée des oiseaux. (*Dissertation inaugurale*, Kiliæ, 1866.) — Le même. Die Schnecke, etc. La cochlée des oiseaux. (*Zeitschr. für wiss. Zoologie*, XVII, p. 56-104, avec 3 planches.) — Le même. Beitræge, etc. Contributions au développement des tissus du labyrinthe membraneux chez les oiseaux. (*Ibid.*, XVII, p. 381-306, avec 1 planche.) — Le même. Nachtræge, etc. Supplément a l'anatomie de la cochlée chez les oiseaux. (*Ibid.*, XVII, p. 461 - 470, avec 1 planche.) — Le même. Der Bogenapparat, etc. L'appareil des canaux semi-circulaires chez les oiseaux. (*Ibid.*, XVII, p. 598-645, avec 2 planches.)— Le même. Nachtræge, etc. Supplément au mémoire sur les canaux semi-circulaires chez les oiseaux. (*Ibid.*, XVII, p. 646-654.) — Le même. Die Histologie, etc. L'histologie des canaux semi-circulaires et du sac a otolithes chez les grenouilles. (*Ibid.*, XVIII, p. 72-94, avec 2 planches.) — Le même. Das Gehörorgan, etc. L'organe de l'ouïe chez les grenouilles. (*Ibid.*, XVIII, p. 359-420, avec 3 planches.)

L'anatomie de l'organe de l'audition a fait de rapides progrès dans le courant de ces dernières années chez les Ver-

tébrés. Sans parler de Steifensand dont les travaux remontent à 1835, les noms de Corti, Kölliker, Deiters, Leydig, Reissner, Hensen, Max Schultze, Odenius, Franz Eilhardt Schulze, Middenddorp, resteront désormais attachés à ce sujet. Mais de tous ces noms, celui de Deiters est sans comparaison le plus grand. On ne saurait trop regretter qu'une mort prématurée ait mis si promptement fin aux magnifiques monographies [1] dont ce savant a enrichi la science. M. Hasse s'efforce aujourd'hui, non sans succès, de réparer cette perte. Il vient d'entrer en lice avec une série remarquable de travaux relatifs au labyrinthe des oiseaux et des grenouilles auxquels succéderont probablement dans un avenir prochain des recherches analogues concernant les Sauriens, les Ophidiens, les Chéloniens et les Poissons. En somme, M. Hasse confirme les résultats obtenus par M. Deiters jusque dans des détails fort minutieux. Il les complète et les rectifie cependant sur une foule de points. Nous allons chercher à analyser les résultats auxquels est arrivé ce savant observateur, autant que la chose peut se faire sans le secours de figures.

Les premières recherches de M. Hasse sont relatives au limaçon des oiseaux. Chez ces animaux le labyrinthe est mis en communication avec la caisse du tympan comme chez les mammifères par une fenêtre ovale à laquelle aboutit la columelle et une fenêtre ronde. Cette dernière n'est nullement fermée par un tympan secondaire. Derrière la fenêtre ronde dans la paroi postérieure du vestibule apparaît une autre ouverture, le trou vestibulaire qui établit la communication entre le vestibule et les ampoules des canaux semi-circulaires. De cette paroi postérieure s'élève une lame osseuse qui, s'unissant au labyrinthe membraneux, divise le vestibule en deux cavités complétement distinctes l'une de l'autre : la cavité vestibulaire et la cavité tympanique, correspondant

[1] Voyez, *Archives des Sciences physiques et natur.*, 1863, tome XVI, p. 332, et 1861, tome X, p. 274.

aux rampes de même nom de la cochlée, soit limaçon, dont elles sont en réalité le commencement.

Le limaçon osseux est entièrement tapissé par le périoste. Ce dernier n'est d'ailleurs point entièrement indépendant du limaçon membraneux : il s'unit à lui par de nombreuses fibres de nature connective. Malgré l'opinion contraire soutenue par quelques auteurs, M. Hasse, comme l'avait déjà fait M. Hensen, dénie tout revêtement épithélial au périoste. Ce dernier présente chez les oiseaux la même structure que chez les mammifères.

On peut distinguer dans le limaçon membraneux des oiseaux deux parties : La cochlée proprement dite et la lagéna. Les parties retirées du labyrinthe osseux peuvent être comparées, comme l'avait fait Deiters, à une pantoufle. Les deux cartilages qui forment les parties latérales de l'appareil se réunissent en formant un arc à l'extrémité correspondant au talon ; ils se réunissent de même à l'autre extrémité tout en formant une voûte comparable à celle de l'empeigne dans la pantoufle. Cette pantoufle est placée dans le labyrinthe osseux, de telle sorte que l'un des cartilages (celui qui a une section triangulaire) se trouve supérieur, et l'autre (celui qui a une section quadrangulaire) se trouve inférieur. Le cadre cartilagineux est fermé par une membrane, la membrane basilaire, tendue dans l'intérieur, comme la semelle de la pantoufle. La cavité de la cochlée se trouve donc bien divisée par le cadre cartilagineux et la membrane basilaire en deux parties répondant à la rampe du vestibule et à la rampe du tympan chez les mammifères. Ces deux rampes ne communiquent l'une avec l'autre que par une ouverture située à l'extrémité de la cochlée. Dans la région vestibulaire les rampes présentent leur diamètre maximum ; tandis que dans la cochlée osseuse proprement dite, où se trouve logée l'extrémité de la pantoufle, la rampe du vestibule disparaît presque complétement, et celle du tympan se trouve considérablement réduite.

Dans cette description nous avons laissé entièrement de côté le tegment vasculaire. Sous ce nom, Deiters désignait une membrane plissée transversalement, qui forme une voûte sur la partie du labyrinthe membraneux située en arrière de la lagéna (la lagéna est la région de la pantoufle recouverte par l'empeigne). Ce tegment ne s'étend pas jusqu'au point où les deux cartilages se réunissent en formant un arc (talon de la pantoufle). Il subsiste en ce point un trou que M. Hasse appelle l'ouverture du canal cochléaire. Le canal cochléaire, en effet, soit canal membraneux de la cochlée, correspondant à la rampe moyenne du limaçon des mammifères, est l'espace limité en haut et en bas par les deux cartilages, en avant par le tegment, en arrière par la membrane basilaire et entouré de toute part dans la lagéna par du cartilage. L'ouverture du canal cochléaire est située dans le voisinage immédiat du trou vestibulaire au pourtour duquel s'appuie le commencement du limaçon membraneux; elle est tournée vers le bas du côté de la rampe vestibulaire et, en partie, de la fenêtre ovale.

Le tegment vasculaire qui forme la voûte du canal cochléaire dans la cochlée proprement dite s'appuie, hors de la région vestibulaire, directement contre la cochlée osseuse. M. Deiters l'a décrit comme pénétrant dans la lagéna jusqu'au fond de celle-ci; cependant M. Hasse n'a jamais pu le poursuivre aussi loin. Il présente comme, nous l'avons dit, des raies transversales dues à des plis : son tissu est formé de trois éléments: de vaisseaux tortueux, riches en anastomoses; de tissu connectif délicat qui les enveloppe, et d'une couche de cellules épithéliales à la surface. A mesure qu'on s'approche de la lagéna les plis du tegment s'effacent.

Le canal cochléaire est séparé, en dessous, de la rampe du tympan par la membrane basilaire. Celle-ci est assez étroite à l'extrémité correspondant au talon de la pantoufle, mais elle s'élargit graduellement jusqu'à la lagéna, dans l'intérieur de laquelle elle pénètre un peu pour s'insérer à une légère saillie du cartilage de celle-ci.

Considérons maintenant les parties du limaçon membraneux les plus intéressantes au point de vue physiologique, c'est-à-dire celles qui sont logées dans le canal cochléaire. Et d'abord dans le limaçon proprement dit (hors de la lagéna) nous trouvons une couche épithéliale dont les éléments présentent des aspects divers. Ce sont d'abord sur le cartilage traversé par des fibres nerveuses (c'est-à-dire sur le cartilage quadrangulaire, inférieur), les cellules désignées par M. Deiters sous le nom de *cellules des dents* [1], parce qu'elles reposent sur les dentelures du cartilage. Elles forment pour ainsi dire la suite de l'épithélium du tegment, dont elles se distinguent par leur apparence claire et hyaline. Puis, sur le cartilage opposé, ou triangulaire, ce sont de hautes cellules cylindriques dont la hauteur diminue pourtant à mesure qu'on s'approche de la lagéna. Ces cellules ne sont pas entièrement restreintes à la surface du cartilage triangulaire, mais s'étendent au delà de celui-ci sur la partie adjacente de la membrane basilaire. Entre ces deux catégories de cellules se trouvent sur la région médiane de la membrane basilaire les éléments épithéliaux particuliers que M. Deiters désignait sous le nom de « cellules de Leydig » et que M. Hasse appelle « cellules bacillaires, » parce qu'il les compare aux bâtonnets de la rétine. Ces cellules qu'on doit considérer comme un épithélium nerveux, sont surmontées chacune d'un prolongement en forme de poil ou d'épine. Toute la région occupée par ces cellules bacillaires est recouverte par une membrane décrite dans le principe par M. Deiters sous le nom de membrane en fenêtre. Cette membrane que M. Hasse préfère désigner sous le nom de lame tectrice, paraît se terminer par des bords parfaitement libres. Sa surface tournée contre l'épithélium nerveux présente une multitude d'ouvertures ou de cavités, correspondant aux cellules bacillaires. Le poil terminal de chacune de ces cellules

[1] Nous conservons cette expression, bien qu'elle soit fort impropre.

se trouve donc logé dans une excavation correspondante de la membrane tectrice.

Soit les cellules des dents, soit les cellules bacillaires s'étendent au delà des limites de la membrane basilaire, sur le plancher même de la lagéna. Mais les cellules bacillaires sont clair-semées, séparées les unes des autres par des « cellules des dents » qui forment une auréole autour de chacune d'elles. Sur ces cellules repose une membrane épaisse, gélatineuse et homogène qui n'est que la continuation de la membrane tectrice dans l'intérieur de la lagéna. Dans l'épaisseur de cette membrane sont disséminés une multitude d'otolithes. D'ailleurs la surface inférieure de cette membrane présente encore ici des excavations correspondant aux poils des cellules bacillaires. Des recherches minutieuses sur des embryons d'oiseaux ont montré à M. Hasse que cette couche gélatineuse est sécrétée par les « cellules des dents. » L'existence des excavations au-dessus des cellules bacillaires se trouve expliquée par ce mode même de formation.

La structure du limaçon des oiseaux ainsi élucidée, jetons un coup d'œil sur les homologies de cet organe avec celui des mammifères. Cette comparaison n'avait guère réussi à Deiters et cela parce qu'il n'avait pas réussi à trouver chez les oiseaux un homologue de la membrane de Reissner et que, par suite, il était obligé de dénier à ces animaux un véritable canal cochléaire sous la forme d'un tube revêtu d'épithélium. Cette difficulté n'existe plus, M. Hasse ayant reconnu un homologue de la membrane de Reissner dans le tegment vasculaire. Il est possible maintenant de poursuivre les homologies entre l'organe auditif des mammifères et celui des oiseaux jusque dans les plus petits détails. La seule différence importante et bien digne d'être relevée, c'est l'absence chez les oiseaux des fibres de Corti et de toutes les autres cellules de l'organe de Corti, sauf les cellules bacillaires. Le cartilage quadrangulaire, bien qu'il s'appuie directement à la boîte osseuse sans l'intermédiaire d'aucune crête

comparable à la modiole, n'en est pas moins l'homologue évident de la partie du labyrinthe membraneux qui, chez l'homme et les mammifères, repose directement sur la zone osseuse. Quant à la membrane basilaire que Deiters parallélisait à la zone pectinée, elle correspond évidemment à toute la lame spirale membraneuse. Sur elle, en effet, reposent les cellules bacillaires, homologues incontestables des cellules de même nom dans le limaçon humain. Toutetefois, tandis que chez les mammifères la membrane basilaire est recouverte, d'une part, par les fibres de Corti et d'autres éléments accessoires d'importance secondaire, et d'autre part, par une papille spirale résultant de la juxtaposition de cellules bacillaires et d'éléments cellulaires d'une autre forme, nous trouvons chez les oiseaux, il est vrai, une papille spirale, mais cette papille est formée à peu près exclusivement par les cellules bacillaires. Aucune trace des fibres de Corti ni des autres éléments caractéristiques de l'organe de Corti. Les cellules qui, chez les oiseaux recouvrent le cartilage triangulaire et la partie adjacente de la membrane basilaire sont les homologues de celles qui chez les mammifères recouvrent la membrane basilaire au vosinage immédiat du ligament spiral, et ce dernier répond lui-même au cartilage triangulaire des oiseaux. Cette dernière homologie est rendue encore plus frappante par l'existence sur les organes en question d'un vaisseau spiral externe et d'un épithélium identique. Le tegment vasculaire est chez les oiseaux, nous l'avons déjà dit, l'homologue de la membrane de Reissner chez les mammifères. Tous deux forment le toit du canal cochléaire, et sa limite du côté de la rampe du vestibule. Le tissu est pourtant différent. Enfin, la membrane tectrice des oiseaux est l'homologue de la membrane de Corti des mammifères. Il est vrai que la lame réticulaire de ces derniers fait défaut aux oiseaux. Mais l'organe de Corti leur manquant il est naturel que la lame réticulaire qui n'en est que l'appendice leur manque aussi. La membrane tectrice est une formation cuticu-

laire aussi bien que la membrane de Corti. La masse à otolithe de la lagéna est un simple prolongement de la membrane tectrice, qui n'a, il est vrai, pas de correspondant exact dans le labyrinthe des mammifères.

Il existe aujourd'hui en physiologie deux théories relatives aux fonctions du limaçon. La première est due à M. Helmholtz et paraît acceptée par la majorité des savants; la seconde est due à M. Hensen. Dans l'opinion de M. Helmholtz, les fibres de Corti seraient des éléments essentiels à la perception des sons. La décroissance régulière de leurs dimensions, leur disposition en clavier, leur nombre, sont autant de circonstances favorables à l'hypothèse ingénieuse de ce savant. On admet que les vibrations de ces fibres se transmettent aux fibres du nerf acoustique. M. Hensen pense au contraire que les ondes sonores pénètrent, non pas dans la rampe vestibulaire du limaçon, mais bien par le tympan secondaire dans la rampe tympanique et qu'elles font entrer en vibrations la membrane basilaire. Les vibrations de la membrane se transmettent dans cette hypothèse à ses cellules, sous lesquelles se trouvent les terminaisons nerveuses, et pressent les éléments bacillaires dans la membrane de Corti. M. Hasse rejette ces deux hypothèses. Celle de Hemholtz fait à ses yeux jouer un rôle exagéré à l'organe de Corti, puisque cet organe disparaît chez les oiseaux. Celle de Hensen devrait entraîner comme conséquence nécessaire que les cellules bacillaires fussent restreintes à la membrane basilaire même, tandis qu'elles s'étendent chez les oiseaux jusque sur le cartilage quadrangulaire. Or, il n'est guère possible d'admettre que le cartilage vibre de la même manière que la membrane.

Les vues physiologiques de M. Hasse sont bien différentes des opinions le plus en faveur jusqu'ici. Nous avons vu que le canal membraneux du limaçon communique par une ouverture avec le vestibule et que cette ouverture regarde en partie vers la fenêtre ovale. Il est probable par suite que lors-

que des ondes sonores pénètrent dans le vestibule par la fenêtre ovale, une partie de ces ondes arrivent avec toute leur intensité à l'ouverture du canal membraneux de la cochlée et font entrer ce canal en vibration. Une partie de ces ondes sont forcément absorbées par le tegment vasculaire dont la structure ne doit guère favoriser des vibrations. Toutefois, une grande partie doit suivre son chemin dans le canal cochléaire avec l'intensité primitive. Dans ce canal, les vibrations doivent se transmettre en première ligne à la membrane tectrice qui s'étend sur toute la région du plancher où sont distribuées les cellules bacillaires. La consistance semi-gélatineuse de cette membrane paraît devoir être très-favorable à la transmission des vibrations jusqu'aux poils des cellules bacillaires, c'est-à-dire jusqu'aux terminaisons nerveuses. La perception de tons différents n'est point inexplicable dans cette hypothèse, le nombre des cellules dans la largeur de l'organe allant en croissant toujours jusqu'à la lagéna. Le rôle de cette dernière est, il est vrai, très-obscur; il en est de même du rôle de la masse pleine d'otolithes qui n'est que la continuation de la membrane tectrice dans cet organe. M. Hasse suppose que les otolithes, agissant par leur poids comme un lest, ne permettent à cette partie de la membrane tectrice de vibrer que sous l'influence des plus fortes vibrations. Mais ce n'est là qu'une hypothèse encore mal assise.

Les canaux semi-circulaires ont sans doute tout autant d'importance pour l'audition que le limaçon. Ils méritent donc d'être examinés aussi de près.

Chez les oiseaux, des canaux semi-circulaires sont tapissés par un périoste à la surface duquel M. Hasse n'a jamais pu découvrir la moindre trace de l'épithélium décrit par Rüdinger dans le labyrinthe de l'homme. Dans la boîte osseuse de l'appareil, baignées dans le périlymphe, sont disposées les différentes parties du labyrinthe membraneux : les canaux semi-circulaires membraneux, les ampoules et l'utricule (sinus, alveus communis). Jusqu'à une époque récente on a dé-

crit les canaux membraneux comme placés concentriquement dans les canaux osseux. M. Rüdinger a été le premier à découvrir que chez l'homme les canaux semi-circulaires membraneux sont disposés excentriquement dans les canaux osseux auxquels ils sont unis par de nombreuses brides connectives. M. Hasse montre que cette excentricité se retrouve chez les oiseaux et il l'étend en outre aux ampoules et à l'utricule. La paroi des canaux membraneux est formée par le même tissu qui constitue les cartilages du limaçon. Leur surface interne est tapissée d'un épithélium pavimenteux sans aucune villosité. En revanche leur surface externe ne présente aucune couche épithéliale. L'espace périlymphatique est donc entièrement dépourvu d'épithélium. La paroi des ampoules est constituée comme celle des canaux semi-circulaires ; elle est entourée comme elle d'un réseau vasculaire à larges mailles.

Enlève-t-on le toit des ampoules de manière à mettre le plancher à découvert, on observe une image élégante déjà décrite par Steifensand. Dans les deux canaux verticaux cette image est identique ; c'est une crête formant une croix régulière, d'où le nom de « septum cruciforme. » Dans l'ampoule du canal horizontal la crête est simple sans trace de croix. Ces crêtes ont une grande importance physiologique, puisqu'on y trouve les terminaisons du rameau ampullaire du nerf acoustique. Les ampoules sont tapissées par une couche épithéliale, dont les éléments sont de forme différente suivant les régions. Mais quatre formes seulement paraissent avoir une haute dignité physiologique parce qu'on les trouve à la surface des crêtes acoustiques : ce sont les cellules pavimenteuses, les cellules pigmentaires, des cellules bacillaires et des « cellules des dents. » Ces deux dernières formes ont reçu les dénominations indiquées parce qu'elles sont identiques aux éléments de même nom du limaçon. Mais les plus importantes de toutes ces cellules sont sans contredit les cellules bacillaires avec leurs poils. En effet, M. Hasse croit même

s'être assuré qu'à chaque cellule aboutit une fibre nerveuse dont elle est la continuation immédiate. Les éléments bacillaires constitueraient donc bien un de ces épithéliums nerveux dont on a beaucoup parlé dans ces dernières années, ce qui justifierait leur comparaison avec les bâtonnets de la rétine. M. Hasse croit même avoir aperçu quelquefois dans l'axe de ces cellules un filament comparable au filet de Ritter dans les bâtonnets rétiniens.

La dernière partie du labyrinthe qui nous reste à considérer, c'est l'utricule avec sa tache acoustique pleine d'otolithes. Tandis que chez l'homme et les mammifères, nous trouvons deux vésicules distinctes, l'utricule et le sac, dont le dernier est uni au limaçon par le *canalis reuniens*, nous ne trouvons plus chez les oiseaux qu'un seul sac, l'utricule, auquel s'appuie une partie du toit de la cochlée. Il y a deux manières ici d'établir les homologies : ou bien l'utricule chez les oiseaux est l'homologue de l'utricule chez les mammifères, et, dans ce cas, la bande de tegment de la cochlée qui s'appuie à lui serait le rudiment du sac à otolithes et du canal ; ou bien l'utricule correspond à une fusion des deux sacs, et, dans ce cas, la bande de tegment représenterait le canal oblitéré. M. Hasse se prononce pour cette dernière opinion, en faveur de laquelle parle l'embryogénie. Chez les embryons des mammifères, il n'existe dans le principe qu'un seul sac qui se divise plus tard en deux par un étranglement graduel. Chez les oiseaux le sac unique représente donc d'une manière permanente un état qui n'est que transitoire chez les mammifères.

La structure de l'utricule rappelle à beaucoup d'égards celle des ampoules. La paroi est plus épaisse dans le lieu correspondant à la tache acoustique. Cette paroi est recouverte d'un épithélium pavimenteux qui se transforme en épithélium cylindrique à mesure qu'on se rapproche de la tache. Autour de celle-ci, on trouve en outre les cellules pigmentaires. La tache acoustique elle-même est recouverte de cellules bacillaires avec poils et de « cellules des dents. » C'est

donc un épithélium nerveux tout à fait semblable à celui des crêtes acoustiques. Nous rencontrons cependant ici une complication qui n'existait pas dans les ampoules. Dans ces dernières les longs poils des cellules bacillaires s'élevaient librement dans le calibre de l'organe, baignés de toute part par l'endolymphe. Dans l'utricule, l'épithélium nerveux de la tache acoutisque est recouvert par la masse à otolithes. Ces otolithes sont emprisonnés comme dans la lagéna dans une masse gélatineuse qui paraît présenter des cavités correspondant à chaque cellule bacillaire.

Il est bien frappant de voir qu'en définitive toutes les parties en apparence si dissemblables du labyrinthe (limaçon, canaux semi-circulaires, utricule), sont réductibles à un plan commun. Ce sont toujours des cavités recouvertes d'épithélium dont les éléments prennent dans une région la forme si caractéristique de cellules bacillaires surmontées d'un poil. Ces poils plongent tantôt simplement dans la lymphe qui remplit tout le labyrinthe, tantôt dans une masse gélatineuse, pleine de cristaux calcaires, tantôt enfin dans les excavations d'une simple membrane gélatineuse. Cette structure fondamentale identique des différentes parties de l'organe de l'ouïe, oblige à admettre un mode identique dans le phénomène de l'excitation nerveuse dans toutes les régions. Les sensations auditives reconnaissent sans doute comme cause directe les vibrations des poils des cellules bacillaires et de ces cellules elles-mêmes. Ces vibrations peuvent être produites de deux manières : tantôt, comme dans l'utricule et la cochlée, par les vibrations de la membrane tectrice et de la masse d'otolithes, tantôt, comme dans les ampoules, par les ondes de l'endolymphe.

Les résultats remarquables fournis par l'étude détaillée de l'appareil auditif chez les oiseaux rendaient désirable l'étude d'autres vertébrés sous ce point de vue. M. Hasse s'est adressé d'abord aux batraciens. Encore ici il est arrivé à cette conclusion importante que toutes les parties essentielles de l'ap-

pareil ont leurs homologues dans l'appareil auditif des mammifères et que le mode de terminaison des fibres du nerf acoustique est le même dans toutes les régions. Ces recherches confirment donc entièrement l'opinion que les parties destinées à la perception ne sont point exclusivement des fibres de Corti (elles font défaut aux batraciens), mais que les sensations auditives ont pour cause les vibrations des poils des cellules bacillaires, produites par les ondes de la lymphe, tantôt directement, tantôt par l'intermédiaire des vibrations d'une membrane tectrice.

Mais suivons M. Hasse plus directement dans ses recherches. Chez les oiseaux et les mammifères, les parties membraneuses du labyrinthe sont logées dans des boîtes osseuses correspondantes, très-dures, noyées dans un tissu spongieux beaucoup moins résistant, de telle sorte qu'il est facile de les en isoler. Chez les batraciens il n'en est plus ainsi. L'os ne forme plus que la partie tout à fait superficielle de l'appareil et il est suivi à l'intérieur par une couche plus ou moins épaisse d'un cartilage hyalin dans les cavités duquel se trouve logé le labyrinthe membraneux. Or il résulte de là une grande difficulté de préparation. Il est à peu près impossible de détacher la boîte cartilagineuse du tissu osseux ambiant ; on est donc réduit à étudier la cavité même de ce labyrinthe cartilagineux. Cette cavité est relativement simple : elle ne présente pas de différentiation apparente en vestibule et en limaçon. Rien non plus qui corresponde aux canaux semi-circulaires osseux et aux ampoules osseuses des vertébrés supérieurs. Cette cavité auditive est tapissée d'un périoste entièrement dépourvu d'épithélium, comme chez les oiseaux et, sans doute, tous les mammifères. Dans cette cavité est logé le labyrinthe membraneux dans lequel il est facile de distinguer différentes parties : l'utricule, les canaux semi-circulaires et leurs ampoules, enfin le sac à otolithes. Longtemps on a cru que tout homologue du limaçon faisait défaut aux batraciens, toutefois M. Deiters a déjà montré l'inexac-

titude de cette opinion. Entre les ouvertures des canaux semi-circulaires, dans la cavité de l'utricule et du sac à otolithes, se trouve une sorte de bosselure noirâtre, de consistance cartilagineuse. C'est le limaçon réduit à l'état d'une partie intégrante de la paroi du vestibule et s'ouvrant par toute sa largeur dans la cavité de cet organe.

Considérons ces diverses parties les unes après les autres.

Les canaux semi-circulaires présentent une structure identique à celle que nous avons décrite chez les oiseaux. Dans les ampoules, l'épithélium est formé par des éléments divers suivant les régions. On est frappé immédiatement de la présence de deux grandes taches de pigment jaune (chez les grenouilles) placées de chaque côté de la crête acoustique. Ce sont les homologues des cellules pigmentaires qui, chez les oiseaux sont disséminées entre les cellules du plancher de l'ampoule jusqu'au voisinage immédiat de l'épithélium nerveux. Le plancher de chaque ampoule présente une crête acoustique. Cette crête est semblable dans les ampoules des deux canaux semi-circulaires verticaux (frontal ou supérieur et sagittal ou postérieur), mais, comme chez les vertébrés supérieurs, la crête de l'ampoule du canal semi-circulaire horizontal offre une apparence différente : elle est beaucoup moins saillante et ne présente pas comme les autres d'excavation à son sommet. Les côtés des crêtes sont encore occupés par les cellules épithéliales ordinaires du plancher, mais ces éléments sont remplacés, surtout le sommet de la crête, par l'épithélium nerveux caractéristique. Cet épithélium nerveux est formé encore ici par des éléments d'une délicatesse extrême, qui revêtent les deux formes de cellules bacillaires surmontées d'un poil et de « cellules des dents. » Encore ici M. Hasse a cru voir une fibre axiale partant du noyau des cellules bacillaires et comparable au filet de Ritter dans les bâtonnets rétiniens. Les poils plongent librement dans l'endolymphe des ampoules comme chez les vertébrés supérieurs. Parfois M. Hasse a vu quelque chose de comparable à

la cupule terminale décrite par M. Lang comme reposant sur l'épithélium nerveux dans les ampoules des Cyprins. Mais il s'agissait toujours de mauvaises préparations et l'auteur pense que cette apparence est produite par les poils nerveux modifiés et collés ensemble. C'est du reste ainsi que M. Kölliker a déjà interprété la cupule terminale de Lang. M. Hasse a reconnu que chaque cellule bacillaire est la terminaison d'une fibre nerveuse. Toutefois, contrairement à M. Max Schultze, Odenius et autres, il affirme que la fibre conserve partout sa tunique médullaire, il est vrai fortement amincie, et que le cylindre d'axe n'est jamais à nu.

Le sac à otolithes présente chez les grenouilles, au point où pénètre le rameau nerveux, un épaississement de la paroi, comparable aux taches acoustiques des vertébrés supérieurs. Ce sac est rempli en entier par de petits otolithes cristallins. L'épithélium nerveux s'étale sur la partie épaissie de la paroi et y présente de nouveau les deux formes caractéristiques de cellules bacillaires et de « cellules des dents. » Toutefois, les poils nerveux ne plongent point ici librement dans l'endolympe comme cela a lieu dans les ampoules. Ils pénètrent dans une masse que M. Deiters a déjà considérée comme une membrane tectrice. M. Hasse trouve ces conditions parfaitement semblables à celles de la lagéna des oiseaux et à celles de l'utricule. Il s'agit d'une masse gélatineuse creusée de cavités dans lesquelles pénètrent les poils nerveux. Dans cette masse cristallisent en abondance les otolithes calcaires.

Le limaçon existe, comme nous l'avons vu, chez les grenouilles sous une forme très-déguisée. M. Hasse, suivant en partie les traces de Deiters, y distingue quatre parties qu'il désigne sous les noms de tegment vasculaire, de partie basilaire, soit cadre cartilagineux, de commencement de la cochlée et de lagène. Il n'est guère possible de décrire sans l'aide de figures ces parties qui, bien que s'élevant à peine au-dessus du niveau de l'utricule sont pourtant fort complexes. Qu'il nous suffise de dire que dans les différentes par-

ties de la cochlée, M. Hasse a retrouvé l'épithélium nerveux avec ses formes caractéristiques, soit dans le commencement de la cochlée, soit sur le cadre cartilagineux. Cet épithélium est recouvert par une membrane tectrice que M. Deiters a déjà décrite comme une membrane en fenêtre. Elle présente en effet une multitude d'ouvertures ou plutôt d'excavations qui servent, comme chez les oiseaux, à loger les poils nerveux. Cette membrane ne renferme pas d'otolithes dans son intérieur. Une masse gélatineuse analogue repose sur l'épithélium nerveux de la lagéna.

D'après ce qui précède, on voit que M. Hasse a réussi à démontrer dans toutes les régions de l'appareil auditif des batraciens une identité complète des éléments épithéliaux auxquels aboutissent les fibres du nerf acoustique. Bien plus, cette identité s'étend à l'épithélium de toutes les parties de l'organe auditif des oiseaux et à celui des crêtes acoustiques dans les ampoules et de la tache acoustique dans l'utricule chez les mammifères. Partout les cellules bacillaires présentent la même structure : partout elles sont surmontées d'un poil nerveux qui, tantôt plonge librement dans l'endolymphe, comme dans les ampoules ; tantôt pénètre dans une masse homogène remplie d'une bouillie de cristaux otolithaires, comme dans le sac à otolithes, l'utricule et la lagéna : tantôt enfin plonge dans les cavités d'une membrane tectrice homogène, comme, chez les grenouilles, dans le commencement de la cochlée et la partie basilaire. Chez les batraciens comme chez les oiseaux, la perception des sons est le résultat des ondes de l'endolymphe et des vibrations de la masse à otolithes ou de la membrane tectrice qui engendrent des vibrations consécutives dans les poils auditifs. Malheureusement le rôle spécial de chacune de ces parties si complexes reste parfaitement obscur.

L'extrémité de la cochlée est, nous l'avons vu, la dernière partie à se confondre chez les batraciens dans la paroi générale de la vésicule auditive. Cette région est donc celle qui

doit jouir de la plus grande indépendance. Ce fait semble confirmé, si, nous élevant dans la série, nous considérons l'organe auditif des chéloniens étudié occasionnellement par M. Deiters. Là, cette indépendance de l'extrémité de la cochlée est encore plus marquée et nous présente un passage à l'état ordinaire des oiseaux chez lesquels le limaçon s'est entièrement élevé au-dessus du niveau de la vésicule auditive. Chez ces derniers, la largeur de l'épithélium nerveux va en augmentant graduellement depuis l'origine de la cochlée jusque dans la lagéna. Cette circonstance a semblé à M. Hasse d'une grande importance, puisque les vibrations de la membrane tectrice se communiquent à un nombre toujours croissant de cellules bacillaires à mesure que les vibrations de cette membrane deviennent plus étendues. Cependant chez les batraciens il n'en est point ainsi : l'accroissement du nombre des éléments bacillaires ne suit aucune règle ; mais peut-être en résulte-t-il pour les grenouilles une moins grande perfection de l'ouïe. Dans tous les cas l'unité de composition organique est ici extrêmement frappante. Il existe dans le nerf cochléaire des batraciens un ganglion semblable à celui que M. Hasse a reconnu dans ce même nerf chez tous les vertébrés supérieurs. Comme chez ces derniers nous voyons la partie le plus amincie de la vésicule auditive tournée vers la fenêtre ovale. Les ondes sonores rencontrent donc la moindre résistance possible pour pénétrer dans la vésicule auditive, s'y propager dans l'endolymphe, la membrane tectrice et la masse des otolithes, et produire par là des vibrations des poils auditifs et subsidiairement l'irritation du nerf acoustique. Dans tous leurs traits essentiels la structure et les fonctions de l'appareil auditif sont semblables chez les mammifères, les oiseaux et les batraciens. Les modifications ne concernent que des parties non essentielles ou bien le mode de distribution des différentes parties de l'appareil les unes relativement aux autres. Ce que nous savons jusqu'ici de l'oreille des poissons, des reptiles écailleux, des chéloniens et

des crocodiles, peut nous faire présumer que les recherches annoncées par M. Hasse sur ces différents groupes ne feront que confirmer cette unité de composition organique de l'appareil auditif dans toute la série des vertébrés. E. C.

Prof. Th. Huxley. On the Animals, etc. Sur les animaux intermédiaires entre les oiseaux et les reptiles. (*Royal Institution*, 7 février 1868.)

Une des plus grandes difficultés que rencontre la théorie de l'évolution dans le sens Darwiniste, ce sont les gouffres qui semblent séparer les uns des autres certains groupes d'animaux. Un de ces gouffres profonds est celui qui sépare les oiseaux des reptiles. M. Huxley s'efforce de montrer que la profondeur de la séparation est ici beaucoup moins grande qu'on ne se l'imagine d'ordinaire, pourvu qu'on tienne compte des données de la paléontologie. Il examine dans ce but les deux questions suivantes : 1° Existe-t-il des oiseaux fossiles présentant des caractères de reptiles plus marqués que ceux de l'époque actuelle ? 2° Y a-t-il des reptiles fossiles présentant plus d'affinités avec les oiseaux que les reptiles actuels ? Ces deux questions, l'auteur finit par les résoudre par l'affirmative. Nous allons le suivre dans cette démonstration.

Voyons d'abord quels sont les caractères différentiels les plus importants entre les oiseaux et les reptiles de l'époque actuelle.

L'aile de l'oiseau, homologue du membre antérieur du reptile, ne compte jamais ni plus ni moins de trois doigts. Ces doigts correspondent au pouce, à l'index et au médian de l'homme et leurs métacarpiens sont ankylosés ensemble. Les ongles se développent au plus sur deux de ces trois doigts (pouce et index) et peuvent faire entièrement défaut. Au contraire le nombre des doigts est toujours supérieur à trois chez les reptiles à membres antérieurs bien développés ;

les métacarpiens ne sont jamais soudés ensemble et le membre ne porte jamais moins de trois ongles. — Le sternum, chez les oiseaux, est un os membraneux dont l'ossification commence au moins par deux centres, tandis que chez les reptiles, il n'est jamais converti en un os membraneux et il ne présente qu'un seul centre d'ossification. — Chez les oiseaux un grand nombre de vertèbres caudales et lombaires, ou même dorsales, s'unissent aux vertèbres sacrées proprement dites pour former le sacrum. Chez les reptiles, au contraire, la région sacrée du rachis ne compte jamais qu'une ou deux vertèbres. — Chez les oiseaux, l'os des iles s'étend notablement soit en avant soit en arrière de la cavité acétabulaire; les ischions et les pubis sont dirigés en arrière, parallèlement entre eux et aux os des iles; les ischions ne s'unissent point sur la ligne médiane ventrale. En revanche, chez les reptiles, l'os des iles ne s'étend point en avant de l'acétabulum; les axes des ischions et des pubis divergent et sont plus ou moins à angle droit avec l'axe de l'os des iles correspondant. Les ischions s'unissent toujours sur la ligne médiane ventrale. — Chez tous les oiseaux l'axe du fémur est à peu près parallèle au plan médian du corps (comme chez la plupart des mammifères) dans la position naturelle de la jambe. Chez les reptiles, cet axe forme un angle plus ou moins ouvert avec ce plan médian. — Chez les oiseaux. l'une des moitiés du tarse est toujours inséparablement unie avec le tibia, l'autre avec le métatarse, ce qui n'est jamais le cas chez les reptiles. — Enfin les oiseaux n'ont jamais plus de quatre orteils, le cinquième faisant toujours défaut. Le métatarsien du gros orteil est toujours court et incomplet dans sa partie supérieure. Les autres métatarsiens sont ankylosés ensemble et s'unissent avec l'une des moitiés du tarse pour former un os unique : le tarso-métatarse. Les reptiles à membres postérieurs entièrement développés, ont au moins quatre orteils dont les métatarsiens sont tous complets et indépendants les uns des autres.

Bien que tous les oiseaux actuels se différencient clairement des reptiles, ils comprennent pourtant une petite section qui présente beaucoup plus d'affinité que les autres avec les reptiles. Ce sont les Ratites ou Struthiacés, comprenant les Autruches, les Rhéa, les Emeus, les Casoars, les Apteryx et les géants subfossiles de la Nouvelle-Zélande, tels que les Dinornis, etc. Tous ces oiseaux sont remarquables par la petite taille de leurs ailes, l'absence de carène sur le sternum, celle d'une fourchette complète et, dans beaucoup de cas, par la coalescence tardive des os de l'aile, de ceux du pied et de ceux du crâne. Ces caractères les rapprochent évidemment plus des reptiles que les autres oiseaux, mais cette approximation est trop minime pour que le gouffre entre ces deux classes ne reste pas démesurément large.

Le hasard fit découvrir il y a peu d'années un oiseau fossile présentant à certains égards plus d'affinité avec les reptiles qu'aucun oiseau de la nature actuelle. C'était le fameux Archæoptéryx des schistes lithographiques de Solenhofen. Certains paléontologistes sont peut-être disposés à considérer ce type comme ayant représenté seul la classe des oiseaux pendant le dépôt des schistes de Solenhofen, il faudrait alors admettre que la classe des oiseaux disparut pendant l'époque Wealdienne pour être recréée à l'époque du dépôt des grès verts, s'éteignant de nouveau pendant la période crétacée pour reparaître une troisième fois à l'époque tertiaire. M. Huxley pense pour son compte que la classe des oiseaux fut représentée pendant toute cette série de temps par de nombreux types, en outre de l'Archæoptéryx; mais ces types nous sont restés inconnus jusqu'ici, parce que les dépôts qui en renferment les restes n'ont pas encore été fouillés.

De quels oiseaux se rapprocherait le plus l'Archæoptéryx? c'est ce qu'il n'est malheureusement guère possible de dire. La tête, nous ne la possédons pas; quant à la jambe, au pied, au bassin, aux os de l'épaule, ils ne paraissent pas s'écarter notablement des formes les plus ordinaires chez les oiseaux.

D'autre part la queue est très-longue, rappelant à cet égard celle d'un lézard plus que celle d'un oiseau ; deux des doigts de la main étaient armés d'ongles recourbés beaucoup plus vigoureux que ceux d'aucun oiseau actuel, et, selon toute apparence, les métacarpiens n'étaient nullement soudés entre eux. Dans tous les cas la conclusion que le plus ancien oiseau connu présente une beaucoup plus grande affinité avec les reptiles qu'aucun oiseau moderne, cette conclusion disons-nous, est parfaitement légitime.

M. Huxley examine ensuite la seconde question : existe-t-il des reptiles fossiles plus voisins des oiseaux que les reptiles actuels ? — On pourrait penser peut-être aux Ptérodactyles, mais ces reptiles n'ont en réalité qu'une ressemblance extérieure avec les oiseaux. Ils sont à cet égard, parmi les reptiles, ce que sont les chauves-souris parmi les mammifères. Ils s'éloignent du type oiseau surtout par la structure de la main et du pied, c'est-à-dire des organes qui, dans la classe des oiseaux sont précisément les plus ornithiques. Evidemment le passage des reptiles aux oiseaux n'a pas lieu du reptile volant à l'oiseau volant.

En revanche il est peut-être possible de trouver des reptiles éteints qui se rapprochent des oiseaux marcheurs non-seulement par la faiblesse relative des membres antérieurs, mais encore par d'autres caractères plus importants. M. Huxley croit pouvoir désigner comme tels les Dinosauriens (Iguanodon, Megalosaurus, Scélidosaurus, etc.). Ces animaux gigantesques sont caractéristiques de la période secondaire. Chez aucun de ces Dinosauriens on ne connaît entièrement ni le crâne, ni la région cervicale de la colonne vertébrale ; leur sternum et leur extrémité antérieure sont inconnus ; chez aucun on n'a encore observé de clavicule. Les caractères positifs de ce groupe sont les suivants : les vertèbres qui entrent dans la composition du sacrum sont au nombre de 4 à 6 et leur mode de connexion avec les os des iles rappellent en partie les oiseaux, en partie les reptiles. Les os

iliaques sont prolongés soit en avant, soit en arrière de l'acétabulum : la ressemblance avec les os des iles des oiseaux est encore augmentée par la forme très-arquée du bord acétabulaire de l'os et par la large perforation du fond de la cavité articulaire. Les deux autres pièces composantes de l'os innomminé du bassin n'ont pas été observées en place jusqu'ici. On n'en connaît même qu'une seule, mais celle-là présente des caractères fortement ornithiques. C'est l'os que Cuvier et ses successeurs ont considéré comme la clavicule, bien que Buckland en eût déjà reconnu avec sagacité la vraie nature. Cet os ne ressemble à la clavicule d'aucun animal, mais il est en revanche très-semblable à l'ischion des autruches et autres oiseaux voisins. La tête du fémur est insérée à angle droit sur le corps de l'os, de telle sorte que l'axe de la cuisse doit avoir été parallèle au plan vertical médian du corps, comme chez les oiseaux.

La surface postérieure du condyle externe du fémur présente une forte crête qui passe entre la tête du péroné et le tibia comme chez les oiseaux. Ce relief n'est jamais que rudimentaire chez les autres reptiles. — Le tibia des Dinosauriens présente une grande crête antérieure, soit procnémiale, qui est convexe en dedans et concave en dehors. Rien de comparable n'existe chez les autres reptiles, mais une crête semblable se rencontre chez la grande majorité des oiseaux surtout chez ceux qui sont habiles à la course ou à la nage. — L'extrémité inférieure du péroné est beaucoup plus petite que la supérieure et cet os est en somme beaucoup plus grêle que chez les autres reptiles. Chez les oiseaux l'extrémité inférieure du péroné se termine en pointe et l'os est encore plus grêle. — La manière dont les trois principaux métatarsiens s'articulent ensemble chez les Dinosauriens montre qu'ils étaient solidement unis et qu'une base suffisante pour le support du corps devait être fournie par l'écartement des orteils dans la région phalangienne. — La différence de taille entre le membre antérieur et le membre postérieur a fait supposer

à M. Mantell et à M. Leydig que les Dinosauriens, au moins les Iguanodon et les Hadrosaurus, ont pu se soutenir pendant un temps plus ou moins long sur leurs jambes de derrière. Mais il est permis d'aller plus loin. La découverte faite par M. Beckels dans le terrain wealdien, de larges impressions de pieds à trois orteils ne peut guère être rapportée qu'à l'Iguanodon; dans ce cas il est permis de supposer que ce reptile gigantesque et peut-être d'autres membres de sa famille, ont marché régulièrement sur leurs membres postérieurs seulement. Dans tous les cas le train postérieur des Dinosauriens rappelle étonnamment celui des oiseaux et l'on peut affirmer que ces reptiles éteints avaient plus d'affinité avec les oiseaux qu'aucun de ceux du monde actuel.

Les schistes de Solenhofen ont fourni un seul exemplaire d'un reptile qui s'approchait encore bien plus des oiseaux par son organisation que les gros Dinosauriens précités. Cet animal a été décrit par Andréas Wagner, sous le nom de *Compsognathus longipes* et plusieurs de ses affinités ornithiques ont été développées avec sagacité par M. Gegenbaur. Malgré sa petite taille (2 pieds de long), ce reptile paraît être un proche parent des Dinosauriens, tout en se rapprochant plus des oiseaux qu'aucun des animaux placés jusqu'ici dans ce groupe.

Le Compsognathus avait une petite tête avec mâchoires dentées, supportée par un cou long et grêle. Les os des iles sont prolongés en avant et en arrière du l'acétabulum. Les pubis paraissent avoir été fort longs et grêles; le membre antérieur était très-petit. Les os de la main sont malheureusement disséminés, et l'on n'a reconnu que quatre ongles, de sorte que chaque membre antérieur pourrait n'avoir porté que deux doigts onguiculés. Le membre postérieur est grand, fort et disposé comme chez les oiseaux. Comme chez ces derniers le fémur est plus court que le tibia. Sous ce point de vue, le Compsognathus est plus ornithique que les Disonauriens ordinaires. La moitié supérieure du tarse est

ankylosée avec le tibia; la moitié inférieure est distincte des trois métatarsiens longs et grêles, qui répondent au second, au troisième et au quatrième métatarsiens. Le cinquième orteil n'est représenté que par un métatarsien rudimentaire. Le pouce est très-court, et l'extrémité supérieure de son métatarsien paraît avoir fait défaut.

Il est impossible d'examiner la conformation de cet étrange reptile, sans en conclure qu'il a dû sauter ou marcher dans une position verticale ou semi-verticale à la manière d'un oiseau avec lequel son long cou, sa tête légère et ses membres antérieurs très-réduits, ont dû lui donner une grande ressemblance.

Telle est la manière dont M. Huxley croit pouvoir prouver qu'il a existé autrefois des reptiles ayant plus d'affinité avec les oiseaux, et des oiseaux ayant plus d'affinité avec les reptiles que dans le monde actuel. Ces deux remarquables squelettes (Archæopteryx et Compsognathus) sont uniques, chacun dans son espèce, et ils ont été conservés tous deux dans le dépôt relativement insignifiant des schistes de Solenhofen. Il serait fort invraisemblable d'admettre que ces deux types aient été réellement uniques et qu'il n'ait pas existé de nombreuses formes analogues. Cette conclusion acquiert de l'importance lorsqu'on tient compte des nombreuses impressions de pieds observées dans les grès triasiques du Connecticut. Ces traces montrent qu'il existait au commencement de la période secondaire, des animaux offrant les pieds des oiseaux et marchant comme eux dans une position verticale ou semi-verticale. Ces bipèdes étaient ou des oiseaux ou des reptiles, ou, ce qui est plus vraisemblable encore, l'un et l'autre à la fois. Des schistes lithographiques triasiques nous fourniraient sans doute des oiseaux plus voisins des reptiles que l'Archæopteryx et des reptiles encore plus voisins des oiseaux que les Compsognathus, au point de combler entièrement le gouffre qui existe entre les deux classes dans la nature actuelle. Il n'y a, dans

tous les cas, aujourd'hui, rien d'illégitime dans l'hypothèse que la classe des oiseaux a sa racine dans le groupe des Dinosauriens. E. C.

Chr. Lovén. Beitræge, etc. Contributions a la structure des papilles du goût. (*Archiv für mikrosk. Anat.*, 1868, IV, p. 96.) — Schwalbe. Ueber die Geschmacksorgane, etc. Sur les organes du goût chez l'homme et les mammifères. (*Ibid.* p. 154.)

L'existence d'un appareil terminal particulier dans chaque organe d'un sens spécial est aujourd'hui chose indubitable. Cet appareil terminal a été étudié avec soin pour les organes du toucher, de l'olfaction, de l'ouïe, et surtout de la vue.

En revanche nous étions restés jusqu'ici dans une ignorance complète du mode de terminaison des fibres nerveuses gustatives dans la langue. C'est donc une bonne fortune que de trouver deux excellents observateurs M. Lovén et M. Schwalbe étudiant simultanément, à l'insu l'un de l'autre, la structure de l'appareil du goût et arrivant sur la grande majorité des points à des résultats identiques. Essayons de résumer brièvement les résultats principaux de leurs belles recherches.

On s'accorde généralement à placer dans les *papillæ vallatæ* de la langue les terminaisons des fibres nerveuses gustatives. Ces papilles sont très-variables quant au nombre et à la position dans la série des mammifères. Chez les uns (mouton, bœuf, chevreuil et sans doute tous les ruminants) elles sont restreintes à deux places allongées sur la base de la langue et leur nombre s'élève à dix ou à quinze dans chaque groupe. Chez d'autres (cheval, porc, rongeurs) on n'en trouve que deux, une de chaque côté de la ligne médiane. Il est vrai que dans ce cas, elles atteignent un diamètre considérable (près de demi-pouce chez le cheval) et que leur surface est profondément crevassée. Parfois une papille acces-

soire apparaît à côté de chaque papille principale. Chez d'autres enfin (chien, chat, carnassiers en général et l'homme) on trouve toujours plus de deux papilles caliciformes *(papillæ vallatæ)*. Chez l'homme leur nombre total s'élève de 7 à 9.

La structure des papilles caliciformes est assez complexe. Elles renferment même dans la règle des glandes acineuses, semblables à celles qui sont distribuées en cercle autour de chacune d'elles. L'épithélium qui les recouvre est beaucoup plus mince que sur le reste de la langue. Son épaisseur minimum est sur les parois de la tranchée circulaire qui sépare le corps de la papille de sa circonvallation. Le côté externe de cette dernière est au contraire revêtu d'une couche épithéliale fort épaisse. Les strates les plus profondes de l'épithélium présentent la particularité de renfermer des cellules pigmentaires étoilées, particularité qui se retrouve d'ailleurs dans les papilles fongiformes.

Les organes de la gustation découverts par MM. Lovén et Schwalbe peuvent porter le nom de *bulbes gustatifs (Geschmackszwiebeln* ou *Geschmacksknospen* de Lovén, *Geschmacksbecher* de Schwalbe). On les rencontre seulement dans la région qu'on peut désigner comme le col de la papille, c'est-à-dire dans la paroi du corps de la papille qui limite la tranchée de circonvallation. Chaque bulbe, enfermé dans la couche épithéliale, repose par une extrémité atténuée directement sur la muqueuse proprement dite, ou du moins n'en est-il séparé que par une mince couche de cellules basilaires; il se renfle rapidement pour former la partie ventrue et se termine en pointe à la surface même de l'épithélium. La forme est donc celle d'un épais fuseau. L'épithélium est semé d'ouvertures dont chacune correspond à la pointe d'un bulbe gustatif. Ces ouvertures circulaires sont tantôt ménagées entre deux cellules voisines, tantôt pratiquées dans une seule cellule pavimenteuse, comme si cette dernière avait été percée à l'aide d'un emporte-pièce. La pointe des bulbes gustatifs est donc entièrement à découvert.

La structure intime des bulbes gustatifs est assez complexe. Ils sont formés d'au moins deux catégories d'éléments. Les uns sont périphériques, les autres centraux ou plutôt axiaux. Les premiers paraissent être des organes protecteurs *(cellules protectrices*, Deckzellen*)*, cellules épithéliales modifiées, imbriquées les unes sur les autres comme les squames d'un oignon. Elles protégent les seconds ou *cellules gustatives* comme les écailles protégent un bourgeon. M. Schwalbe décrit leur extrémité libre comme garnie de poils très-fins formant une couronne autour d'un pore placé au sommet du bulbe, pore qui donne accès aux cellules gustatives. Ces dernières forment un faisceau dans l'axe du bulbe et paraissent être la continuation directe des nerfs dans la muqueuse sous-jacente. On peut les comparer aux éléments bacillaires reconnus déjà comme les dernières terminaisons d'autres nerfs spécifiques. Peut-être aussi faut-il réserver cette comparaison pour de petits bâtonnets qui, selon M. Schwalbe, reposent sur ces cellules et peuvent dans certaines circonstances saillir par le pore terminal du bulbe au centre de la couronne de poils protecteurs que nous venons de mentionner. Ces bâtonnets ne seraient d'ailleurs l'attribut que d'une partie des cellules gustatives, ce qui entraînerait l'existence de deux sortes de cellules nerveuses dans les organes de la gustation.

Comme dans d'autres organes, les fibres nerveuses à double contour perdent leur tunique médullaire avant de s'unir aux éléments terminaux et l'union paraît avoir lieu seulement entre les cylindres d'axe nus et les cellules gustatives.

Le nombre des bulbes gustatifs logés dans les parois des papilles caliciformes est considérable. Malgré le petit nombre de ces dernières, M. Schwalbe évalue le nombre total des bulbes gustatifs chez le mouton à 9600, chez le bœuf à 35,200, et chez le porc à 9520.

Le fait que les bulbes gustatifs paraissent restreints aux papilles caliciformes a lieu de surprendre. En effet, de nombreuses expériences semblent prouver que le siége du goût

n'est point restreint aux places occupées par ces organes. Aussi sommes-nous disposés à ajouter une certaine importance à une note de M. Lovén, postérieure à son travail principal, note dans laquelle il annonce avoir trouvé chez certains mammifères des bulbes gustatifs dans une partie des papilles fongiformes (mouton, veau, homme) et même chez quelques espèces (lapin, rat) dans toutes ces papilles.

Chez les oiseaux et les reptiles, les organes gustatifs sont encore totalement inconnus. En revanche, il est probable que chez les poissons il faut assimiler aux bulbes gustatifs des mammifères les appareils décrits par M. Leydig sous le nom d'*organes en forme de coupe* (becherförmige Organe), pour lesquels M. Fr.-E. Schulze a déjà précédemment revendiqué le rôle d'organes de la gustation. E. C.

Fr. Leydig. Ueber die Schleichenlurche. Sur les Cœcilies. (*Zeitschr. für wiss. Zoologie*, XVIII, page 575-296, avec deux planches.)

Le petit groupe des Cœcilies offre tant de particularités remarquables au point de vue zoologique, que le travail essentiellement histologique de M. Leydig mérite bien d'attirer l'attention. Les recherches de ce savant ont porté sur deux espèces : la *Cœcilia lumbricoidea* Daud. et la *Cœcilia (Siphonops) annulata* Mikan.

La structure des téguments des Cœcilies, abstraction faite des écailles existant chez quelques espèces, concorde avec celle des Batraciens en général. La nature de l'épiderme fut, il est vrai, longtemps méconnue. A l'exemple de Mikan, plusieurs auteurs n'y virent qu'une mucosité sécrétée par les pores cutanés ou même par l'anus. Cette erreur se retrouve jusque dans le beau travail de Joh. Müller sur l'anatomie des amphibies. Rathke fut le premier à reconnaître dans la prétendue mucosité, un véritable épiderme. M. Ley-

dig trouve même aujourd'hui cet épiderme recouvert d'une cuticule homogène distincte. Cette couche épidermique se réfléchit dans les nombreux canaux excréteurs des glandes cutanées.

Les écailles découvertes en premier lieu par Schneider, ont suscité de nombreuses discussions parmi les naturalistes, d'autant plus que ces organes font entièrement défaut à tous les autres Batraciens. Les divergences proviennent en partie de ce qu'une espèce, la *C. annulata*, d'après les observations décisives de M. Bischoff, de Rathke et de M. Leydig, est en réalité complétement dépourvue d'écailles. L'examen histologique de la Cœcilie lombricoïdale a enseigné à M. Leydig que la couche profonde de l'écaille est formée par un tissu connectif solide, stratifié, rempli de cellules étoilées. Sa surface supérieure est ornée de corpuscules brillants, disposés en rangées concentriques peu régulières. M. Mayer les appelle des globules, M. Mandl des cellules. Ce sont en réalité des concrétions calcaires. La peau des Cœcilies présente une structure feuilletée, déjà mentionnée par plusieurs auteurs. Cette structure est due à de nombreux replis cutanés dans l'épaisseur desquels sont logées les glandes. Les écailles sant placées entre ces feuillets. Elles ne sont pourtant point libres, mais attachées au corium par un tissu connectif délicat.

Les yeux des Cœcilies méritent une attention spéciale, à cause de leur état rudimentaire. La *Cœcilia annulata*, bien que vivant à plusieurs pieds de profondeur dans la vase des marais, n'en a pas moins de très-petits bulbes oculaires. Ces bulbes correspondent à une place transparente de la peau et présentent toutes les parties essentielles d'un œil normal. Seul le cristallin sphérique conserve un caractère embryonnaire. En effet, il est formé, non de fibres proprement dites, mais de cellules, les unes arrondies, les autres allongées en tubes. Les muscles de l'œil, au nombre de quatre, s'attachent à la sclérotique. La glande de Harder est relativement très-grosse.

Si les zoologistes ont raison d'attribuer à la *Cœcilia annulata* le caractère *oculi minuti*, ils vont, en revanche, trop loin lorsqu'ils disent de la *C. lumbricoïdea* « *oculi nulli.* » Ils devraient se contenter de dire *oculi minutissimi.* Les yeux sont en effet toujours présents, bien qu'extrêmement réduits. M. Leydig a pu y distinguer une sclérotique et une choroïde, mais il est vrai pas de cristallin. La glande de Harder est relativement énorme, sans doute parce qu'elle n'a pas subi de réduction comme le bulbe oculaire. La même chose a lieu probablement pour les Typhlops. Chez ces serpents à yeux rudimentaires, M. Duvernoy indique, en effet, une glande lacrymale six fois plus grande que le bulbe.

M. Leydig a consacré une attention toute spéciale au singulier organe mentionné par les auteurs tantôt sous le nom de fausse narine, tantôt sous celui de cavité lacrymale. On entend par là un pore cutané conduisant dans un canal qui se dirige obliquement vers l'œil. Joh. Müller a déjà reconnu dans l'intérieur de ce canal, chez différentes espèces, un tentacule, soit papille en forme de languette. M. Leydig confirme l'existence de cet organe, il trouve en outre que de la paroi de la cavité partent chez la Cœcilia annulata, deux tubes accolés l'un à l'autre, tubes qu'on pourrait prendre au premier abord, mais à tort, pour des vaisseaux. Leur paroi ne renferme aucune fibre musculaire, mais est formée d'un seul élément histologique, à savoir de fibres très-fines, de nature connective. Ces deux tubes se réunissent à l'extrémité opposée, en formant une anse. Un organe analogue existe chez la Cœcilie lombricoïdale. Les fonctions de cet appareil sont complétement obscures. On pourrait songer à y voir un organe d'un sens spécial, comparable aux « canaux muqueux » des poissons. Cependant, le caractère essentiel d'un organe sensible, l'existence d'un appareil nerveux périphérique, paraît lui faire défaut.

Ce qu'on sait jusqu'ici de la structure, tant interne qu'externe des Cœcilies, tend à les faire éloigner des Reptiles écailleux et à

les rapprocher des Amphibies. Il faut reconnaître cependant, avec M. Leydig, que leur organisation présente un mélange bizarre de caractères dont l'un rappelle les Poissons, un autre les Amphibies, un troisième les Reptiles. M. Leydig pense que ce petit ordre si restreint n'est que le reste d'un groupe d'Amphibies, autrefois richement développé, qui se serait détaché des Poissons avec les Amphibies de l'époque carbonifère (Archegosaurus, etc.). L'affinité des Cœcilies avec les Poissons se révèle, comme l'on sait, dans la structure des corps des vertèbres, dans la nature des écailles et leur disposition dans des poches cutanées. On a comparé aussi les reins de ces animaux à ceux des Poissons. M. Leydig ne souscrit pas à cette assimilation. Les reins ont pour lui la même structure chez les Cœcilies que chez les autres amphibies ; ils rappellent même pour lui l'organisation des reins des serpents. L'affinité avec les Ophidiens ne résulte d'ailleurs pas seulement de la forme générale du corps, mais encore de la dentition et de l'atrophie de l'un des poumons.

Les affinités des Cœcilies avec les Amphibies l'emportent néanmoins d'une façon incontestable ; on peut citer la peau riche en glandes, la structure de l'os hyoïde, le double condyle occipital au crâne, les côtes rudimentaires, les branchies du jeune âge. On pourrait mentionner encore l'existence des glandes lacrymales qui manquent entièrement aux poissons. Quant à « la fausse narine, » on peut y voir, ou un homologue de la fosse céphalique des ophidiens, ou un organe à part. E. C.

R. Buchholz. Beitrege, etc. Note sur les crustacés vivant en parasites dans les Ascidies de la Méditerranée. (*Zeitschr. für wiss. Zoologie*, XIX, 1869, page 99—162, avec six planches.)

Les crustacés parasites des Ascidies ont été étudiés avec

grand soin sur les côtes de Suède, par M. Thorell, et sur le littoral océanique français par M. Hesse. Dans la Méditerranée, ces parasites n'avaient été jusqu'ici mentionnés qu'en passant. M. Buchholz vient d'en étudier avec soin une dizaine d'espèces à Naples. Sauf un Lichomolgus, toutes appartiennent à la famille des Notodelphyides dont M. Thorell a décrit dix espèces du Nord. Les genres de cette famille établis par le savant suédois (Notodelphys, Doropygus, Botachus, Ascidicola) paraissent appartenir tous à la faune de Naples, qui compte en outre les genres Notopterophorus, Gunentophorus, Goniodelphys. Les deux derniers sont jusqu'ici exclusivement Méditerranéens.

La particularité la plus remarquable des Notodelphyïdes consiste dans la forme exceptionnelle du thorax des femelles qui donne à ces crustacés une apparence toute particulière. Cette région est modifiée par le développement extraordinaire d'une cavité d'incubation qui reçoit les œufs descendant des ovaires et les conserve jusqu'au développement complet de l'embryon. Cette cavité résulte d'une transformation des derniers segments thoraciques (en général les deux derniers) en une partie saillante du côté dorsal, partie que M. Thorell désigne sous le nom de *région matricale*.

Les mouvements de ces petits crustacés n'ont point du tout la vivacité de ceux des Copépodes normaux. L'action de leurs pieds natatoires est fort lente, chez les adultes tout au moins, et produit une simple reptation le long des parois de la cavité respiratoire des Ascidies, plutôt qu'une vraie natation.

Il n'est pas facile de reconnaître le mode de communication des ovaires et de la cavité d'incubation. M. Buchholz croit cependant s'être assuré, chez le genre Goniodelphys que les ovaires s'ouvrent directement dans cette cavité, et il pense, contrairement à M. Thorell, que la même chose a lieu pour les autres genres. Il est peu disposé à croire que les œufs quittent l'ovaire et passent par le réceptacle de la

semence avant d'entrer dans la cavité d'incubation, ce que M. Thorell admet pour les Notodelphys. L'ouverture sexuelle externe par laquelle les œufs quittent la cavité d'incubation est placée sur une petite papille, entre le dernier segment thoracique et l'abdomen du côté dorsal, comme M. Thorell l'a déjà fort bien vu. Cet observateur décrit en outre une seconde ouverture sexuelle du côté ventral. Les réceptacles de la semence sont décrits par lui comme mis en relation par un étroit canal avec cette seconde ouverture auprès de laquelle il a trouvé des spermatophores fixés, chez un Doropygus. M. Buchholz n'a rien vu de semblable; mais l'observation importante de M. Thorell paraît lui avoir été inconnue à l'époque de ses propres recherches. Il a vu les œufs quitter l'utérus par l'ouverture dorsale, et n'a point songé à chercher d'autre pore sexuel que celui-là.

M. Buchholz figure et décrit les larves des Notodelphyides. Ce sont des Nauplius très-semblables à ceux des autres Copépodes. C'est, du reste, ce qu'on savait déjà par les recherches de M. Allman et de M. Thorell. E. C.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JUIN 1869.

Le 4 et 5, rosée le matin ; le 5, hâle toute la journée.

6, rosée ; des tonnerres à l'ONO. depuis 2 h. 42 m. à 4. h. 30 m. du soir ; l'orage reste à peu près stationnaire ; hâle le matin et le soir.

7, les dernières traces de la neige de l'hiver ont disparu du Môle. Des tonnerres à l'O. entre 3 h. 1/4 et 4 h. 1/2 du soir. Les nuages orageux se meuvent lentement vers le S. ; hâle toute la journée.

8, rosée le matin ; hâle tout le jour ; des éclairs et tonnerres depuis 7 h. 3/4 du soir à l'O., l'orage passe au S. ; un second orage éclate à 8 h. au NO. et passe au N. ; vers 8 h. 45 m. les deux orages embrassent tout le ciel et il y a des éclairs et des tonnerres dans toutes les directions ; des fortes décharges électriques ont lieu entre 8 h. 45 m. et 10 h. 1/2 du soir, la plus forte pour l'observatoire à 9 h. 18 m. du côté du sud. Eclairs et tonnerres de minuit du 8 à 1 h. 1/2 du matin du 9 ; plus grande intensité à minuit 40 m. à l'O.

10, rosée le matin ; hâle jusque vers 10 h. du matin.

12, hâle à peu près toute la journée.

14, on entend des tonnerres de 7 h. 20 m. à 9 h. 1/2 du soir ; éclairs et tonnerres de 7 h. 48 m. à 8 h. 45 m. ; l'orage passe du S. au N. à l'O. de l'observatoire ; intensité la plus forte entre 8 h. et 8 h. 1/2.

15, il a neigé sur le Jura et sur le Môle ; dans la matinée la neige disparaît du Jura.

17, rosée ; faible halo solaire de 3 h. à 4 h. 1/2. Dans la soirée couronne lunaire.

18, rosée ; la neige tombée sur le Môle dans la nuit du 14 au 15 a disparu dans la journée ; faible halo lunaire dans la soirée.

20, il a neigé sur le Môle ; la neige tombée disparaît dans la journée du 23.

23, rosée le matin.

24, 25, id.

27, 28, id.

29, id.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 2 à 8 h. matin	731,25	Le 4 à 4 h. soir	728,14
7 à 8 h. matin	735,03	13 à 8 h. soir	719,51
17 à 6 h. matin	735,02	20 à 6 h. soir	723,04
23 à 8 h. matin	732,38	26 à 6 h. soir	724,99
28 à 8 h. matin	728,15	30 à 3 h. soir	721,92

GENÈVE. — JUIN 1869.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°		cm.
1	729,79	+ 3,71	+ 9,85	—5,39	+ 7,5	+13,3	6,32	—2,76	725	+ 13	520	790	...	...	N. 2	0,73	13.9	+ 0,7	162
2	730,72	+ 4,59	+11,36	—4,00	+ 7,7	+15,0	5.13	—4,01	549	—162	400	640	...	...	N. 2	0,13	13.9	+ 0,6	164
3	729,44	+ 3,26	+12,84	—2,64	+ 5,2	+18,1	6.70	—2,50	629	— 82	400	820	...	...	N. 1	0,39	14,5	+ 1,0	166
4	728,59	+ 2,36	+15,16	—0,44	+ 9,6	+20,1	7,93	—1,33	647	— 63	360	820	...	...	N. 1	0,44	14,8	+ 1,2	167
5	731,42	+ 5,14	+16,47	+0,75	+ 8,9	+22,7	9.44	+0,12	695	— 14	400	850	...	...	N. 1	0,10	15.1	+ 1,4	168
6	734,12	+ 7,79	+17,84	+2,00	+10,8	+24,0	10,53	+1,15	705	— 4	470	850	...	...	N. 1	0,22	—	—	168
7	734,06	+ 7,68	+18,49	+2,53	+10.7	+25,8	10,75	+1,31	698	— 10	430	860	...	...	N. 1	0,08	16,0	+ 2.0	168
8	731,28	+ 4,85	+20,28	+4,20	+11,0	+29,7	11.30	+1,80	657	— 51	350	870	12,0	5	N. 1	0,32	15,9	+ 1.8	168
9	726,91	+ 0,43	+18,62	+2,42	+14,0	+24,0	11,54	+1,99	739	+ 32	510	910	...	...	N. 1	0,33	17.8	+ 3,6	168
10	724,44	— 2,09	+16,79	+0,48	+11,0	+21,1	8,34	—1,26	610	— 96	420	840	...	...	N. 1	0,30	18,0	+ 3,7	169
11	724,52	— 2,05	+14,93	—1,49	+ 9,2	+19,8	6,99	—2,66	580	—126	410	710	...	...	NNE. 2	0,08	18.1	+ 3,7	169
12	723,92	— 2,69	+14,34	—2,19	+ 7,7	+19,8	8,18	—1,52	682	— 23	490	820	...	...	N. 1	0,33	14,0	— 0,5	170
13	722,05	— 4,60	+21.15	+4,51	+12,0	+26,7	10.48	+0,73	582	—122	380	800	...	...	SSO. 1	0,42	—	—	171
14	721,49	— 5,20	+16.63	—0,11	+13,6	+21,7	11,48	+1,68	841	+137	580	1000	42,3	17	SSO. 1	0,89	14.9	+ 0,2	172
15	729,13	+ 2,40	+12,00	—4,84	+ 8,4	+16,0	6,02	—3,83	612	— 91	420	750	...	...	SSO. 2	0,80	10.3	— 4.5	172
16	731,03	+ 4,26	+12,46	—4,48	+ 9,7	+17,0	6,90	—2,99	680	— 22	430	830	1,4	2	SO. 1	0.67	8,1	— 6,8	172
17	733,44	+ 6,62	+11,91	—5,13	+ 5,4	+16,9	5,74	—4.19	589	—112	350	870	...	...	N. 1	0,42	8.8	— 6,3	176
18	728.83	+ 1,97	+12,69	—4,45	+ 6,9	+17,9	6,38	—3,59	610	— 90	410	840	...	...	SO. 1	0,86	11,8	— 3,3	177
19	724,39	— 2,52	+10,44	—6,79	+ 8,7	+15,9	7,24	—2,77	796	+ 97	620	820	4,8	6	SSO. 1	0,97	13.1	— 2,2	175
20	723,75	— 3,20	+12,03	—5.29	+ 7,1	+17,1	6,88	—3,17	680	— 18	440	850	...	...	N. 1	0,70	—	—	174
21	725,88	— 1,12	+10,15	—7,26	+ 8,8	+14,1	7,94	—2,15	887	+190	670	1000	4,5	6	variable	0.88	12,9	— 2.5	173
22	729,99	+ 2,95	+11,39	—6,11	+ 8,3	+17,9	7,86	—2,27	812	+116	550	950	1,5	4	variable	0,74	13,2	— 2.4	174
23	731,44	+ 4,35	+13,78	—3,80	+ 6,1	+19,2	8,35	—1,82	719	+ 24	420	900	...	...	N. 1	0,11	13,7	— 2,0	171
24	728,16	+ 1,03	+14,75	—2,91	+ 7,4	+20,1	8.41	—1,80	688	— 6	420	860	...	...	N. 1	0,33	14 8	— 0.9	168
25	726,21	— 0,97	+16,25	—1,49	+ 9,6	+21,7	9,23	—1,02	688	— 5	470	840	...	...	NNE. 1	0,19	14.7	— 1,1	166
26	726,12	— 1,10	+17,42	—0,40	+10,2	+25,6	9,93	—0,35	689	— 3	460	860	...	...	N. 1	0,24	16.6	+ 0,7	163
27	727,26	— 0,01	+18,53	+0,63	+11,8	+24,4	10,00	—0,31	661	— 30	430	870	...	...	N. 1	0,47	—	—	162
28	727,22	— 0,09	+18,96	+0,99	+11,8	+24,8	9,55	—0,79	610	— 80	400	840	...	...	N. 1	0,13	19.2	+ 3,1	161
29	724,58	— 2,77	+17,50	—0,54	+12,6	+23,6	9,50	—0,87	656	— 33	500	860	...	...	NNE. 1	0,43	19,0	+ 2,8	160
30	722,62	— 4,77	+11,99	—6,12	+10,4	+16,7	7,66	—2,74	774	+ 86	510	1000	5,6	6½	NNE. 2	0,72	18,0	+ 1,7	160

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1869.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	730,60	730,76	730,58	730,16	729,70	729,32	729,30	729,60	730,21
2e «	726,37	726,67	726,76	726,49	726,01	725,84	725,53	725,70	726,11
3e «	727,37	727,49	727,31	727,05	726,66	726,32	726,32	726,77	727,23
Mois	728,12	728,31	728,22	727,90	727,45	727,16	727,05	727,36	727,85
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+11,96	+15,46	+16,79	+18,64	+20,20	+20,62	+19,05	+16,74	+14,16
2e «	+11,37	+13,76	+15,14	+16,53	+17,60	+17,12	+16,44	+14,32	+12,69
3e «	+11,36	+14,78	+16,24	+17,92	+19,31	+19,83	+17,73	+15,57	+13,74
Mois	+11,56	+14,67	+16,06	+17,70	+19,03	+19,19	+17,74	+15,54	+13,53
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1er décade	8,54	9,22	8,83	8,93	8,80	8,17	9,13	8,93	9,00
2e «	7,84	8,01	7,66	7,11	7,48	7,23	7,71	7,86	8,12
3e «	8,66	8,89	8,71	8,72	8,68	8,66	9,01	9,46	9,16
Mois	8,35	8,71	8,40	8,25	8,32	8,02	8,62	8,75	8,76
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	800	687	598	539	487	446	550	620	739
2e «	780	680	604	501	495	498	541	636	732
3e «	861	713	632	578	532	509	611	724	784
Mois	814	693	611	539	505	484	567	660	752

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1re décade	+ 9,64	+21,38	0,30	15,54	12,0	166,8
2e «	+ 8,87	+18,88	0,61	12,39	48,5	172,8
3e «	+ 9,70	+20,81	0,42	15,79	11,6	165,8
Mois	+ 9,40	+20,36	0,45	14,66	72,1	168,5

Dans ce mois, l'air a été calme 4,4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,03 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 4°,8 O., et son intensité est egale à 39,8 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUIN 1869.

Le 1, 2,	brouillard	tout le jour.
3,	id.	depuis 4 h. du soir.
4,	id.	jusqu'à 8 h. du matin.
8,	id.	depuis 8 h. du soir
9,	id.	le soir.
10,	id.	la plus grande partie de la journée.
11,	id.	le matin et de 6 à 8 h. du soir.
12,	id.	depuis 8 h. du soir.
13,	id.	tout le jour.
14,	id.	à peu près toute la journée.
15,	id.	de 8 à 10 h. du matin.
16,	id.	depuis 2 h. de l'après-midi.
17,	id.	à 6 h. du matin.
18,	id.	toute la journée.
19, 20,	id.	la plus grande partie de la journée.
21, 22,	id.	tout le jour. Dans la journée du 22, la glace sur le lac a disparu.
23,	id.	jusqu'à 8 h. du matin.
24,	id.	depuis 6 h. du soir.
27,	id.	à 6 h. du matin et à 6 h. du soir.
29,	id.	une partie de la journée.
30,	id.	à peu près tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 7 à 10 h. matin	574,46	Le 1 à 6 h. matin	562,52
12 à 10 h. soir	566,13	11 à 6 h. matin	562,33
17 à 10 h. matin	569,20	15 à 6 h. matin	561,33
23 à 4 soir	568,53	20 à 6 h. matin	559,99
27 à 8 h. soir	568,28	25 à 6 h. matin	565,26
		30 à 10 h. matin	560,51

SAINT-BERNARD. — JUIN 1869.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim			
1	563,43	— 2,25	562,52	564,33	— 4,29	— 6,96	— 4,8	— 1,8	.....	.....	....	NE. 1	0,93
2	565,63	— 0,14	564,40	566,42	— 3,36	— 6,15	— 6,0	— 1,3	.....	.....	....	NE. 1	0,94
3	566,08	+ 0,22	565,92	566,30	— 0,27	— 3,17	— 1,2	+ 1,7	.....	.....	....	NE. 1	0,52
4	566,95	+ 1,01	565,93	568,21	+ 1,84	— 1,17	— 1,0	+ 4,6	.....	.....	....	NE. 1	0,64
5	570,63	+ 4,61	568,90	572,17	+ 5,11	+ 1,99	+ 2,0	+ 8,0	.....	.....	....	NE. 1	0,26
6	573,62	+ 7,51	573,01	574,29	+ 6,86	+ 3,63	+ 3,2	+10,0	.....	.....	....	NE. 1	0,34
7	574,10	+ 7,91	573,98	574,46	+ 7,45	+ 4,11	+ 4,6	+11,0	.....	.....	....	NE. 1	0,12
8	572,11	+ 5,84	571,00	573,10	+ 7,02	+ 3,57	+ 5,0	+10,0	.....	.....	....	NE. 1	0,33
9	567,50	+ 1,15	566,54	568,67	+ 5,18	+ 1,63	+ 3,8	+ 7,5	.....	.....	....	NE. 1	0,89
10	563,94	— 2,49	563,56	564,52	+ 3,17	— 0,48	+ 1,8	+ 5,6	.....	.....	....	NE. 1	0,89
11	563,06	— 3,45	562,33	563,85	+ 1,83	— 1,92	+ 1,2	+ 4,2	.....	.....	....	NE. 1	0,41
12	565,21	— 1,38	563,92	566,13	+ 6,17	+ 2,32	+ 1,0	+11,4	.....	.....	....	SO. 1	0,43
13	565,53	— 1,14	565,20	565,82	+ 4,18	+ 0,23	+ 3,2	+ 6,6	.....	.....	....	SO. 1	0,92
14	562,85	— 3,90	562,25	563,41	+ 4,50	+ 0,46	+ 4,1	+ 5,6	.....	31,4	12	SO. 1	0,88
15	564,29	— 2,53	561,33	566,60	— 3,75	— 7,88	— 4,8	— 2,0	60	2,6	4	NE. 1	0,68
16	566,92	+ 0,02	565,98	568,41	— 1,04	— 5,26	— 3,7	+ 4,1	45	2,0	3	NE. 1	0,71
17	568,50	+ 1,53	567,91	569,20	— 0,38	— 4,69	— 5,2	+ 2,9	.....	.....	....	NE. 1	0,57
18	564,78	— 2,26	563,62	566,02	— 1,35	— 5,75	— 2,0	+ 1,0	.....	.....	....	NE. 1	0,91
19	560,68	— 6,43	560,39	561,17	— 2,40	— 6,89	— 4,8	+ 0,8	40	4,9	4	NE. 1	0,88
20	560,67	— 6,51	559,99	561,53	— 1,78	— 6,36	— 5,4	+ 1,8	35	2,3	4	NE. 1	0,79
21	561,92	— 5,33	560,47	564,27	— 2,64	— 7,30	— 4,2	+ 0,8	180	18,8	12	NE. 2	1,00
22	565,49	— 1,83	564,26	566,63	— 1,96	— 6,70	— 5,0	+ 0,5	.....	.....	....	NE. 1	0,89
23	568,01	+ 0,62	566,88	568,53	+ 1,00	— 3,82	— 3,2	+ 4,1	.....	.....	....	NE. 1	0,31
24	566,31	— 1,14	565,99	566,80	+ 4,25	— 0,65	+ 1,8	+ 8,7	.....	.....	....	NE. 1	0,43
25	565,60	— 1,91	565,26	566,06	+ 4,25	— 0,73	+ 1,7	+ 7,0	.....	.....	....	NE. 1	0,44
26	566,62	— 0,95	565,92	567,34	+ 6,10	+ 1,05	+ 1,9	+10,1	.....	.....	....	NE. 1	0,17
27	567,82	+ 0,19	567,47	568,28	+ 5,73	+ 0,61	+ 3,4	+ 8,7	.....	.....	....	NE. 1	0,69
28	567,78	+ 0,09	567,61	568,21	+ 6,46	+ 1,27	+ 3,8	+10,5	.....	.....	....	NE. 1	0,54
29	564,54	— 3,21	563,40	566,08	+ 3,45	— 1,81	+ 1,4	+ 7,4	.....	.....	....	NE. 2	0,73
30	560,62	— 7,19	560,51	560,86	+ 0,76	— 4,57	— 1,0	+ 3,8	75	9,4	4	NE. 1	0,92

* Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées depuis 6 heures du matin à 10 heures du soir, le thermométrographe étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1869.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	568,13	568,29	568,46	568,53	568,48	568,54	568,53	568,63	568,68
2e »	563,77	563,92	564,10	564,37	564,48	564,52	564,55	564,60	564,62
3e »	565,18	565,37	565,47	565,52	565,56	565,62	565,60	565,71	565,89
Mois	565,69	565,86	566,01	566,14	566,18	566,22	566,23	566,32	566,40
				Température.					
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+ 0,75	+ 3,70	+ 4,23	+ 5,18	+ 5,37	+ 4,53	+ 3,29	+ 2,52	+ 2,21
2e »	— 1,21	+ 0,74	+ 1,94	+ 2,72	+ 3,32	+ 2,39	+ 1,00	+ 0,37	+ 0,05
3e »	+ 0,59	+ 3,50	+ 5,53	+ 5,35	+ 5,15	+ 4,04	+ 3,08	+ 1,81	+ 1,53
Mois	+ 0,04	+ 2,65	+ 3,90	+ 4,42	+ 4,61	+ 3,65	+ 2,46	+ 1,57	+ 1,26

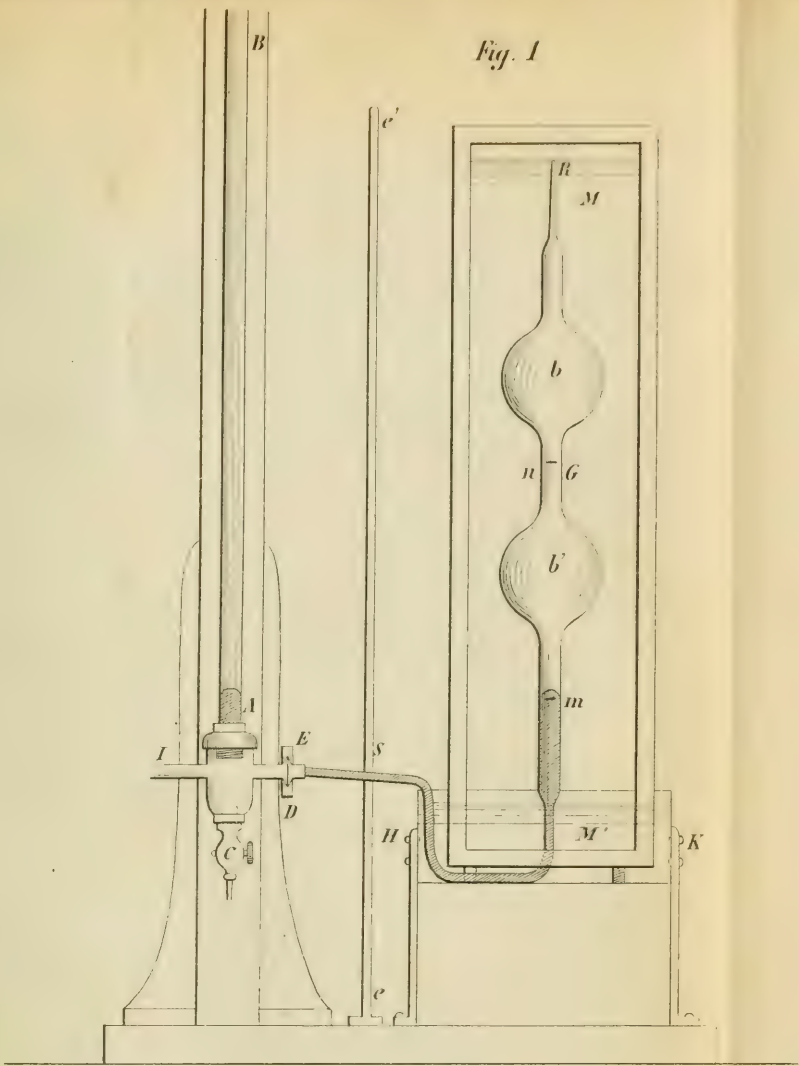
	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade	+ 0,74	+ 5,53	0,59	0,0	0
2e »	— 1,64	+ 3,64	0,72	43,2	180
3e »	+ 0,06	+ 6,16	0,61	28,2	255
Mois	— 0,28	+ 5,11	0,64	71,4	435

Dans ce mois, l'air a été calme 8 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 6,16 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 70,7 sur 100.

* Voir la note du tableau.



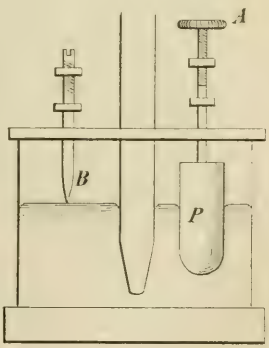


Fig. 2.

DE LA

CONSTITUTION DU SOLEIL

PAR

M. EMILE GAUTIER

Communiqué à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, dans sa séance du 1er juillet 1869.

(Suite [1].)

Nous avons exposé naguère à plusieurs reprises les progrès considérables qu'a faits l'étude de la constitution du Soleil depuis quelques années. Ces progrès ne paraissent point devoir s'arrêter, bien au contraire : les prévisions formulées à l'occasion de la dernière éclipse totale se sont brillamment réalisées en partie, et la coopération d'éminents astronomes et physiciens promet la constatation de quelques bases sûres, à la théorie jusqu'ici purement hypothétique de « l'Astre du jour. » Il fallait une révolution dans la science pour lui permettre de faire quelques pas dans cette voie. Il fallait éliminer une théorie universellement adoptée et lui en substituer une autre plus simple et mieux fondée en raison. Nous avons vu l'ébranlement causé dans ce sens par la publication du mémoire de M. Kirchhoff en 1861. L'opposition, l'étonnement furent grands parmi les savants au premier moment. Aujourd'hui, l'idée d'un globe homogène, fluide, incandescent est admise par toutes les princi-

[1] Voyez *Archives*, tome XIX, p. 265, et tome XXIV, p. 21.

pales autorités; chaque nouvelle découverte vient confirmer ce fait capital, sans lequel on ne peut guère se rendre compte de la persistance de cette source abondante de chaleur et de lumière.

Nous nous sommes surtout occupé jusqu'ici de l'exposé des doctrines et des découvertes de l'illustre physicien de Heidelberg et des développements qu'y a donnés M. le Dr Spœrer par ses travaux assidus sur les taches solaires. Il convient de compléter cet aperçu, et c'est ce que nous allons tenter de faire, en commençant par l'examen des travaux de M. Faye, pour en venir ensuite aux découvertes plus récentes.

M. Faye a eu le mérite de rompre un des premiers avec l'opinion reçue. Il nous raconte avoir jadis attaqué le noyau solaire, solide et obscur, auprès de son maître même, M. Arago. Il a donc été favorable à l'exposé des vues de M. Kirchhoff et à sa discussion tendant à renverser l'hypothèse Herschelienne. Seulement il diffère essentiellement d'avec l'illustre savant allemand, en assignant au Soleil un état gazeux et en donnant une tout autre explication de ses taches.

Ce n'est point chose aisée que de résumer les considérations de tout genre qui amènent le savant astronome à ses conclusions, non plus que de formuler ces conclusions. Suivant lui le Soleil est une étoile de moyenne grandeur, d'une lumière à peu près blanche, avec un caractère très peu marqué de variabilité périodique. La formation des étoiles résulterait « de la réunion successive de la matière en vastes amas, sous l'empire de l'attraction, de matériaux primitivement disséminés dans l'espace. D'où deux conséquences immédiates : 1° la destruction d'une énorme quantité de force vive remplacée par un énorme

développement de chaleur; 2° un mouvement plus ou moins lent pour la masse entière. Cette chaleur interne, quand il s'agit de masses si considérables, dépasse de beaucoup la température où les actions chimiques commencent à s'exercer; mais le refroidissement va déterminer, dans cette masse de gaz et de vapeurs mélangés, des phases successives. Bientôt il doit s'établir par des mouvements intérieurs un équilibre stable (?) entre les couches successives, analogue à celui de notre atmosphère où les déplacements d'une couche à l'autre ne sont dus qu'à l'action de causes extérieures, qui n'existent pas ici. Or quelle que soit la température d'une telle masse gazeuse homogène, son pouvoir émissif doit être très faible, ses radiations doivent être toutes superficielles, puisque chaque couche jouit d'un pouvoir absorbant spécial pour les rayons émis par les couches inférieures. Sa conductibilité étant d'ailleurs très faible, l'équilibre de la masse entière ne subira que de lentes modifications, et, à moins de circonstances nouvelles, on ne voit pas comment cette masse pourrait émettre cette énorme quantité de chaleur qui ne semble subir aucun affaiblissement dans le cours des siècles. »

Pour s'en rendre compte, il faut, suivant l'auteur, observer que la température à la surface du Soleil est loin d'être aussi élevée que la température interne de dissociation universelle. Elle ne doit pas dépasser beaucoup celle que nous savons produire dans nos laboratoires, où un grand nombre de corps se décomposent, mais à laquelle les plus stables résistent.

Si l'action des forces moléculaires et atomiques de la cohésion et de l'affinité disparaît de la masse interne, elle commence à renaître à la surface. « Là, dans un mélange

gazeux des éléments les plus variés, le jeu de ces forces donnera naissance à des précipitations, à des nuages de particules non gazeuses susceptibles d'incandescence dont nos flammes brillantes nous offrent tant d'exemples. Bientôt ces particules, sollicitées par la gravité, gagneront en tombant les couches inférieures, où elles finiront par retrouver la température de dissociation, et seront remplacées dans les couches superficielles par des masses gazeuses ascendantes, qui viendront y subir le même sort. L'équilibre général sera donc ainsi troublé dans le sens vertical seulement, par un échange incessant de l'intérieur à la superficie qui eût été impossible dans la phase précédente, et comme la masse interne ainsi mise en rapport avec l'extérieur est énorme, on conçoit que l'émission superficielle, puisant incessamment dans le vaste réservoir de la chaleur centrale, constitue une phase de très longue durée et d'une grande constance. Ainsi la formation d'une photosphère, limite apparente du Soleil, est une simple conséquence du refroidissement, et comme ce point de départ s'applique à tous les astres analogues, le même phénomène doit exister ou avoir existé pour toutes les étoiles. » L'agitation incessante des couches de la masse solaire et les courants verticaux qui les traversent peuvent expliquer la formation des taches et leurs mouvements. « Là où ces courants ascendants prendront plus d'intensité, la matière lumineuse de la photosphère pourra être momentanément dissipée. A travers cette sorte d'éclaircie, ce n'est pas le noyau solide, froid et noir du Soleil que l'on apercevra, mais la masse gazeuse ambiante et interne, dont le pouvoir émissif, à la température de la plus vive incandescence, est tellement faible par rapport à celui des nuages lumineux de particules non ga-

zeuses, que la différence de ces pouvoirs suffit à expliquer le contraste si frappant des deux teintes observées avec nos verres obscurcissants [1]. »

La suite du mémoire a pour but d'expliquer les différences de vitesse de rotation des taches aux diverses latitudes héliographiques, en se basant sur le principe, que les lois ordinaires de la rotation dans une masse fluide en équilibre doivent être singulièrement altérées, lorsque cet équilibre est constamment troublé dans le sens vertical. Nous y trouvons des considérations du même genre que celles analysées naguère par nous dans un travail de M. Spœrer, résultant implicitement de la conception d'un soleil fluide, incandescent et indiquées dans une note antérieure, insérée dans les *Archives*, en 1864.

Mais arrêtons-nous un instant sur les citations qui précèdent et qui sont la base de cette théorie. Que le Soleil et les étoiles soient le résultat de la condensation de la matière cosmique, c'est ce que tout le monde est disposé à admettre. Mais pour en revenir au premier de ces astres, il nous semble quelque peu aventuré de lui assigner formellement un état gazeux, quand nous savons que sa densité a été calculée valoir environ 1,4, celle de l'eau étant prise pour unité. Or la densité de l'eau comparée à celle de l'air atmosphérique est, sous la pression barométrique, de $0^m,76$, 773 fois plus grande. Aucun gaz ou vapeur connu à la surface de la Terre n'a une densité supérieure à 16 fois celle de l'air, ou plus forte que $^1/_{48}$ de celle de l'eau. La densité du Soleil est donc plus de 67 fois plus grande que celle de la vapeur la plus lourde à nous connue, et, cependant, tout fait présumer que les éléments consti-

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 1865, tome LX, p. 138 et suivantes.

tutifs du Soleil sont les mêmes que ceux de notre planète. Il serait plus prudent, croyons-nous, de se contenter d'affirmer la fluidité de la masse solaire, circonstance nécessaire pour expliquer l'indépendance et la perméabilité de ses couches successives et l'existence des courants qui les traversent. Qu'elle soit liquide ou gazeuse, ou peut-être dans un état intermédiaire dont nous n'avons pas la notion, cela n'importe point à la manifestation des phénomènes optiques qui se produisent à sa surface. En effet, le mélange des deux états physiques existe certainement à son pourtour extérieur, un liquide incandescent à une aussi énorme température ne pouvant pas ne pas être entouré de vapeurs lumineuses et devant satisfaire ainsi aux caractères particuliers aux gaz que signalent l'analyse spectrale et l'usage du polariscope.

Ces vapeurs lumineuses constituent-elles seules la photosphère, ou de concert avec la surface brillante du fluide incandescent? Enveloppent-elles le noyau solaire d'une couche générale d'une certaine épaisseur, ou se confondent-elles avec la surface, évidemment fort agitée, de la grande fournaise en fusion? Ce sont là des questions diversement résolues, et auxquelles certains auteurs attachent une importance en rapport avec les exigences de leur système. Pour M. Faye, par exemple, l'enveloppe embrasée du noyau solaire gazeux et obscur a une épaisseur déterminée qu'il calcule en discutant les observations des taches et en y cherchant pour elles des preuves d'une « parallaxe de profondeur. » On a compris, d'après ce que nous avons vu tout à l'heure, que c'est à des ouvertures dans la matière lumineuse qu'il attribue les apparences de ces phénomènes. Nous nous retrouvons dans l'hypothèse Wilsonienne des entonnoirs, avec la différence

que leur fond obscur est un gaz. En un sens, il est plus plausible de supposer des courants ascendants, des tourbillons, des éruptions émanant d'une masse gazeuse que d'un noyau solide, où des fissures devraient se produire pour leur livrer passage et conserver un caractère de fixité tout à fait en désaccord avec les faits récemment constatés dans la rotation du Soleil. Mais comment se rendre compte de la possibilité physique de ces immenses entonnoirs, produits par des tourbillons, subsistant pendant une, deux, trois périodes et même davantage, dans un milieu gazeux ? Comment présumer que ce milieu soit obscur à une certaine profondeur où la chaleur est supposée encore plus intense ? Comment expliquer dans ce système les teintes des pénombres et aussi les ponts lumineux traversant quelquefois les taches dans toute leur étendue ?

MM. Balfour Stewart et Norman Lockyer ne peuvent pas non plus admettre que la masse interne du Soleil, plus chaude que la photosphère, soit obscure et que les taches puissent être considérées comme le fond d'un entonnoir. Ils les expliquent par une sorte d'extinction locale de la photosphère résultant d'une cause externe de refroidissement, et ils placent cette cause dans les régions supérieures de l'atmosphère du Soleil. Nous ne les suivrons pas dans leurs tentatives pour trouver une corrélation entre la présence des taches ou entre le refroidissement en question, et la position des planètes du système, Vénus, Mercure et Jupiter en particulier. Pareille prétention semblerait ressortir au domaine de l'astrologie, si l'on ne se rappelait la remarquable coïncidence découverte en 1852 entre la période des taches et celle des variations du magnétisme terrestre. Il y a là des mystères encore insondés

et sur lesquels un doute absolu pourrait une fois se trouver imprudent.

Une discussion s'est ouverte entre les auteurs que nous venons de citer et M. Faye, qui veut que les causes refroidissantes produisant les taches soient toutes internes. « Si l'enveloppe brillante du Soleil, dit ce dernier, est due à la condensation de vapeurs très chaudes, transformées par refroidissement en nuages de particules incandescentes, un afflux de gaz froid, venu des régions supérieures de l'atmosphère, ne supprimera pas cette condensation ; elle l'activerait plutôt en la reportant à un niveau moins élevé. D'ailleurs qu'on se rappelle ces taches observées pendant quatre, cinq, six, huit rotations consécutives, dont on calcule les mouvements si réguliers; il paraîtra difficile d'admettre que les courants atmosphériques qui auraient dû les produire par extinction se soient maintenus pendant si longtemps sous forme de colonne exactement verticale, pénétrant à une si grande profondeur dans la photosphère [1]. »

Nous ignorons s'il existe des chimistes qui soient d'accord avec les prémisses de ce raisonnement, c'est-à-dire avec la théorie de ces vapeurs très chaudes, rendues lumineuses par leur refroidissement superficiel ; mais l'objection faite à l'hypothèse de ces courants atmosphériques verticaux, persistant pendant de longues périodes et qui nous paraît très fondée, s'applique avec une force égale aux courants internes, quant à leurs effets. Qu'il existe des courants dans la masse fluide du Soleil, c'est ce dont nous ne saurions douter, mais qu'ils produisent à eux seuls les apparences des taches, en creusant les prétendus entonnoirs et en les maintenant par la seule action des tourbil-

[1] *Comptes rendus*, tome LXV, p. 236.

lons, c'est ce que nous ne pouvons admettre. Nous ne savons donc trouver d'intérêt sérieux dans les savants développements auxquels se livre M. Faye pour démontrer l'influence exclusive de ces courants internes sur ces phénomènes. Il y aurait beaucoup à dire sur ces travaux et sur la prétention de l'auteur [1] « de suivre une marche toute nouvelle » pour résoudre la question, en prenant pour point de départ « non plus la noirceur des taches, mais l'étude de leurs mouvements. » Nous ne pensons pas que nul astronome ait pris pour unique point de départ la noirceur des taches. La découverte de la loi de leurs mouvements, due principalement à MM. Carrington et Spœrer, a déjà été le grand argument qui a banni de la science l'hypothèse du noyau solide et obscur, et qui a dès lors permis de rapporter à la masse entière du Soleil l'énorme radiation attribuée précédemment à la seule photosphère : personne n'est donc tenté d'en méconnaître l'immense importance. Mais la noirceur des taches est un fait bien constaté, impossible à négliger dans une théorie. Il est malaisé à introduire dans celle de M. Faye, et on en a la preuve dans ses tentatives pour l'expliquer.

« Les taches, nous dit-il, sont évidemment des cavités : les astronomes anglais en sont tous convaincus. J'ajoute que ce sont des ouvertures, des éclaircies dans la mince couche de matière éblouissante dont le Soleil est enveloppé. Mais pourquoi sont-elles noires (relativement, bien entendu) ? Ce n'est certes pas que la masse intérieure soit froide. D'autre part, si nous disions d'une manière générale que cette masse interne est aussi chaude ou plus chaude que la photosphère, le fond des taches serait aussi éblouissant

[1] *Comptes rendus*, tome LXVII, p. 188-203.

que cette surface brillante. » Ceci ne se trouve pas tout à fait d'accord avec une précédente citation où l'on nous parlait d'un « pouvoir émissif très faible comparé à celui des nuages lumineux » formant la surface extérieure du globe solaire. On introduit maintenant la notion de « couches moins chaudes que toutes les autres, placées entre la photosphère et la masse centrale. Les matériaux incandescents qui doivent exister à l'état solide ou liquide dans la photosphère, flottant dans une couche gazeuse évidemment moins dense, doivent tomber. Par leur chute dans la masse interne, s'absorbe un travail positif, incessant, qui doit donner lieu à l'apparition d'une grande quantité de chaleur et qui fait naître quelque part, par compensation, un travail négatif correspondant, un mouvement ascensionnel qui, lui, coûtera de la chaleur. Cette chaleur disparaît surtout dans les couches voisines de la surface, là où le travail de disgrégation atteindra son maximum. Ainsi la noirceur des taches nous montre qu'au-dessous de la photosphère il doit exister des couches moins chaudes que la matière incandescente de la photosphère et moins chaudes surtout que la région centrale de la masse solaire. »

Ces considérations fournissent-elles une solution satisfaisante du problème ? c'est ce dont nous nous permettons de douter. Nous sommes rebelle même à la persuasion que les taches sont nécessairement des cavités; nous ne croyons pas que les photographies stéréoscopiques de M. Warren De la Rue soient suffisantes pour le démontrer, non plus que les calculs de parallaxes de profondeur de M. Faye. Ces calculs, basés sur les observations de M. Carrington, l'amènent à conclure à l'existence d'une inégalité dans le mouvement de rotation des taches, ayant pour

argument l'angle au centre du Soleil des rayons de cet astre aboutissant, l'un à la tache, l'autre à la Terre. Après une discussion détaillée de divers exemples de périodes de taches, le coefficient auquel arrive l'auteur pour le facteur constant de cette inégalité vaudrait 0,0078 du rayon solaire. Ce qui ferait correspondre l'enfoncement moyen du noyau des taches à une valeur de 1500 lieues environ au-dessous de la surface générale de la photosphère.

Nous avons déjà dit notre répugnance à admettre les « taches-entonnoirs. » L'étude de leurs apparences avec des instruments à forts grossissements rend cette hypothèse invraisemblable, et les nouveaux travaux sur la photosphère tendent de plus en plus à faire considérer sa surface comme très accidentée. Nous en parlerons tout à l'heure : mais pour satisfaire aux positions observées des taches, il n'est pas nécessaire de recourir à cette supposition. En se fondant sur un tout autre ordre d'idées, pour expliquer l'inégalité de longitude en question, M. C.-H.-F. Peters s'est livré à une discussion qui le fait arriver à un coefficient d'une valeur fort analogue au précédent, mais dont il attribue la cause à la réfraction de l'atmosphère solaire. Il n'admet pas la possibilité d'un enfoncement du noyau de la tache jusqu'à une profondeur de 0,008 du demi-diamètre du Soleil, enfoncement qui, vu de la Terre, produirait un recul du noyau vers les bords de la pénombre, dont la valeur serait déjà de 5″, à 10′, du centre du disque du Soleil ; à 12′ de distance de ce centre, cette valeur atteindrait 6″, et à 15′ elle serait de 7″,5, ce qui ne concorde point avec l'observation. Le noyau cesserait d'être visible lorsque la tache s'approche du

[1] *Astronomische Nachrichten*, n° 1696, tome LXXI, p. 241.

bord du Soleil beaucoup plus tôt que ce n'est le cas en réalité, et sa disparition, si l'on veut se représenter la pénombre comme les parois de l'enfoncement, résulterait d'un recouvrement par le bord projeté de la photosphère, ce qui n'est également pas conforme à l'expérience. Dans toute tache bien formée, on peut ordinairement poursuivre distinctement le noyau et la pénombre jusque tout près du bord du disque, où la largeur de l'ensemble ne dépasse pas quelques secondes. Le noyau disparaît alors le premier, parce qu'étant plus petit, il atteint plus vite par le fait de la rotation une ténuité si grande, qu'il dépasse la limite de l'angle de visibilité.

La réfraction en revanche produit un déplacement de même valeur, mais presque analogue pour le noyau et pour la pénombre. Si, comme l'infère M. Peters d'un certain nombre d'observations de taches, le centre apparent du noyau précède celui de la pénombre dans la partie orientale du disque solaire et le suit dans la partie occidentale, cela ne peut résulter d'un effet de réfraction. Il faut, pour l'expliquer à ses yeux, ou 1° que le noyau soit à un niveau inférieur à celui de la surface générale environnante, ou 2° que les alentours immédiats de la tache soient exhaussés, ou 3° que ces deux circonstances se produisent à la fois. Plusieurs raisons le font pencher pour la seconde hypothèse, dans une mesure toutefois très inférieure à la parallaxe de profondeur de M. Faye et qui donnerait à l'enfoncement du noyau une valeur moyenne d'à peu près 0,0007 du rayon solaire. La plus grande partie de l'effet de perspective observé proviendrait surtout d'un exhaussement, d'une accumulation de la matière photosphérique environnante, qui coïncide très probablement avec l'existence des facules, observées, suivant l'au-

teur, autour des taches toutes les fois que la position excentrique du noyau est constatée, et absentes ou à peu près lorsqu'elle n'existe pas.

Nous avons fait précédemment nos réserves sur les observations relatives à cette position excentrique du noyau, et exposé combien ces observations perdent de leur valeur et de leurs caractères lorsqu'on se sert d'instruments à pouvoir grossissant considérable. Les conclusions de M. Peters n'en ont pas moins une très grande valeur scientifique, elles méritaient ici une mention spéciale et sont les derniers documents que nous ayons à analyser jusqu'à l'époque mémorable de la grande éclipse de 1868, dont l'observation a été suivie de si remarquables résultats.

Nous ne pouvons faire ici l'historique des diverses expéditions qui ont eu pour but d'aller contempler ce phénomène dans les pays lointains où il se produisait, phénomène dépassant en splendeur tous ceux du même genre relatés dans les temps historiques, mais dont l'observation a été plus ou moins contrariée, suivant les localités, par des circonstances atmosphériques peu propices. Le contingent de découvertes faites à son occasion, n'en est pas moins des plus importants, et les nouvelles voies d'investigation qu'il a ouvertes aux savants leur fournissent journellement encore de fructueuses études. L'origine de ces succès doit se chercher dans l'entrée en ligne, pour la première fois pendant une éclipse, des procédés de la spectroscopie. Nous allons chercher à résumer ce que leur emploi a produit dans les connaissances de la constitution du Soleil.

Les astronomes et physiciens partis pour aller observer l'éclipse du 18 août 1868, étaient tous bien con-

vaincus de la réalité de l'existence des protubérances. C'était là une certitude acquise à la science depuis les expériences de 1860 et confirmée par les éclipses moins importantes des années suivantes. Etudier la matière de ces bizarres excroissances et de l'enveloppe générale de même nature pressentie dès 1851 par M. de Littrow, tel était le but principal des observateurs de 1868. Aussi chacun d'eux nous raconte-t-il sur le champ les résultats de l'application de son spectroscope à ces phénomènes. Une protubérance de grande dimension s'y prêtait d'une manière très favorable et M. Rayet à Wah-Tonne, presqu'île de Malacca, nous raconte, le premier, y avoir discerné une série de neuf raies brillantes, assimilables aux lignes principales du spectre solaire, d'où il conclut immédiatement que « les protubérances sont des jets d'une matière gazeuse incandescente, les flammes d'un phénomène chimique d'une puissance extrême. » La lumière de la couronne est très faible par rapport à celle des protubérances. Tandis que ces dernières donnaient un spectre très vif, la première ne donnait aucun spectre coloré sensible.

Voici donc le premier fait établi par l'observation de l'éclipse de 1868 : Les protubérances présentent un spectre à raies brillantes bien déterminé. A quelle substance ce spectre correspond-il ? A cette question vient sans délai répondre un homme dont le nom sera désormais constamment attaché au souvenir de cette éclipse, M. Janssen : c'est le spectre de l'hydrogène, et il ajoute à cette réponse une découverte fort remarquable, celle d'un procédé permettant l'observation des protubérances en tout temps et non plus seulement pendant la brève durée des éclipses totales. Quelques mots sur

l'historique de cette découverte ne seront pas déplacés ici.

C'est à Guntoor dans l'Indoustan, que M. Janssen, envoyé par l'Académie des Sciences de Paris, pour observer l'éclipse, reconnut que la lumière de la grande protubérance visible, dès que la phase de totalité se fut manifestée, devait provenir d'une « immense colonne gazeuse incandescente, principalement composée de gaz hydrogène. » Cette constatation lui fournit instantanément l'idée d'une méthode permettant l'étude des régions circumsolaires, sans être obligé de recourir à l'interposition d'un corps opaque devant le disque du Soleil, et cette idée, il la pratiquait avec succès dès le lendemain 19 août. Un mois plus tard, M. Norman Lockyer à Londres, sans être informé de ce succès, mais ayant entrevu deux ans auparavant le principe de cette méthode, reçoit de la communication de M. Rayet, le trait de lumière qui lui manquait pour rendre applicables ses efforts précédents, demeurés jusqu'alors infructueux. Le 20 octobre, il discerne en plein jour, avec son spectroscope, la présence d'une protubérance, « après avoir, dit-il, travaillé pendant deux ans et demi presque contre toute espérance. » L'inanité de ses tentatives antérieures provenait de son ignorance de l'espèce de raies lumineuses qu'il devait rencontrer dans les protubérances ; aussitôt qu'il est renseigné sur ce point, il réussit à appliquer son idée, et il partage ainsi l'honneur d'une découverte mémorable avec son heureux concurrent placé à trois mille lieues de distance.

La méthode trouvée consiste en ceci : Les protubérances solaires produisant un spectre à raies lumineuses analogue à celui de l'hydrogène, partout où le spectroscope dirigé autour du disque du Soleil constatera la présence

de ces raies, celles entre autres désignées par les lettres C et F de Frauenhofer, on pourra en induire la présence de la matière rose aperçue dans les éclipses et dont les protubérances sont des émanations. Partout autour du disque cette observation est possible sur une certaine épaisseur et confirme la présomption née de l'observation des précédentes éclipses, relativement à l'existence de l'enveloppe rosée, à laquelle aujourd'hui les savants appliquent le nom de *Chromosphère*. Si, en dirigeant le spectroscope vers les régions circumsolaires, on place la fente de l'instrument tangentiellement au disque, les raies brillantes du spectre de la chromosphère apparaîtront sur toute l'étendue de la surface perceptible dans le champ de l'instrument. Si, au contraire, on oriente la fente normalement à la circonférence du disque, les raies brillantes se manifestent plus ou moins longues selon l'épaisseur de la chromosphère et se prolongent en raies obscures sur le disque de l'astre. Toujours on pourra apprécier par l'étendue des raies lumineuses, les dimensions et les formes de cette enveloppe du Soleil, totalement ignorée des astronomes jusqu'aux temps tout à fait récents des éclipses de 1842 et de 1851. A chaque instant on pourra donc tracer le dessin du contour de la chromosphère, dont la surface extérieure est fort accidentée, ainsi qu'on le savait déjà par les éclipses, son altitude variant entre 10 ou 15 secondes et deux ou trois minutes de degré, et dont la surface intérieure paraît ne pas adhérer à la photosphère sousjacente. Ce dernier phénomène est dû à l'observation du P. Secchi, qui, avec son activité ordinaire, s'est empressé d'user du nouveau procédé et en a tiré d'importantes déductions. Dès le 4 novembre il vérifiait les expériences dont nous venons de faire le récit et y ajoutait une étude ap-

profondie des diverses raies brillantes du spectre des protubérances ou autrement dit de la chromosphère.

D'autres physiciens ont poursuivi les mêmes recherches et il nous reste à analyser les principaux résultats obtenus jusqu'à ce jour dans cette très délicate investigation.

Nous avons déjà dit que pendant l'éclipse du 18 août 1868, plusieurs observateurs avaient reconnu l'existence de raies brillantes dans le spectre des protubérances. M. Janssen assimilait ces raies à celles du spectre de l'hydrogène et il découvrait en même temps un procédé permettant d'étudier l'enveloppe générale du Soleil constatée dans les récentes éclipses. En revanche, il ne trouvait aucune trace de spectre dans la couronne lumineuse et il en induisait que l'atmosphère attribuée au Soleil par divers auteurs, ou n'existe pas, ou que sa hauteur est si faible, qu'elle échappe aux observations. Les phénomènes d'absorption élective reconnus à la surface du Soleil, « ont lieu, suivant M. Janssen, au sein même de la photosphère, dans les vapeurs où nagent les particules solides et liquides des nuages photosphériques. »

L'existence de l'atmosphère solaire peut ne pas paraître définitivement condamnée par ces considérations. Restera toujours, en effet, à expliquer, comment les matières protubérantielles peuvent, quelque ténues qu'elles soient, rester en suspension autour du globe ; comment, pendant les éclipses, la lumière pâle, mais incontestable, de la couronne est toujours visible ? Ici, il est important de s'entendre sur la signification du terme de *photosphère*, employé dans diverses acceptions et dont la valeur actuelle est bien celle que lui donne M. Janssen dans le passage

précité et celle que nous lui donnions naguère lorsque nous écrivions [1] : « La photosphère est donc pour nous, non pas une couche de matière brillante séparée et indépendante du globe central, mais l'apparence du globe en fusion lui-même, avec les émanations gazeuses, lumineuses, qui en dérivent. » Nous ne pensons pas avoir rien à modifier à cette définition. Le Soleil fluide peut fort bien ne pas être à l'intérieur à l'état gazeux absolu : déjà nous avons présenté l'objection basée sur sa densité. D'autre part, l'éclat de sa surface peut s'expliquer sans recourir à la présence de particules solides et liquides de nuages photosphériques. Les expériences nouvelles des physiciens tendent à prouver, en effet, que la condition gazeuse de la photosphère est conciliable avec son spectre continu.

Si l'existence de l'atmosphère solaire est suspectée, celle de son enveloppe de matière rosée est donc en revanche aujourd'hui parfaitement établie. Elle porte désormais le nom de chromosphère. La méthode de MM. Janssen et Lockyer permet à chaque instant d'en prendre les formes et le contour, et dans certains observatoires, c'est une opération que l'on pratique régulièrement lorsque le temps le permet. M. Tietjen [2] raconte que, dès la fin de janvier écoulé, il en est ainsi à Berlin.

Le spectre des protubérances présente cinq raies qui, comparées à celles du spectre solaire, correspondent aux lignes C, D, F, *b* et G de l'échelle de Frauenhofer. Deux de ces lignes appartenant au spectre de l'hydrogène, on en a inféré que les protubérances étaient composées de ce gaz. La ligne D appartient au sodium ; mais la raie

[1] *Archives*, tome XXIV, p. 25, septembre 1865.
[2] *Astronomische Nachrichten*, n° 1757.

jaune, brillante, observée, ne coïncide pas exactement avec cette ligne, qui est double dans le spectre solaire et elle occupe une place intermédiaire entre les deux composantes de celle-ci. On ne connaît pas encore le gaz auquel elle appartient et qui doit être un des éléments constitutifs de la chromosphère.

La ligne C caractéristique de l'hydrogène est celle qui, dans les travaux d'examen de la chromosphère, est ordinairement la plus distincte et par conséquent la plus usuelle pour constater les formes de la couche enveloppante. La ligne verte F présente des variations d'aspect remarquables. Elle n'a pas la même largeur dans toute son étendue, s'élargissant du côté du disque. MM. Frankland et Lockyer attribuent cette expansion à l'augmentation de la pression. M. Janssen attribue à la température un grand rôle dans ces phénomènes. De nouvelles expériences seront nécessaires pour éclaircir ces faits, rendus d'autant plus délicats à analyser, que ces savants sont d'accord pour attribuer à la chromosphère une ténuité excessive. L'extrême mobilité de sa constitution peut rendre compte des apparences globuleuses, des boursoufflures et des inégalités de divers genres de la ligne F, qui d'ailleurs ne paraît pas appartenir exclusivement à l'hydrogène.

Les circonstances que nous venons d'indiquer concernant la ligne F, se renouvellent pour d'autres sur les bords du disque solaire. On remarque parfois en outre une absence de coïncidence exacte entre les raies brillantes de l'extérieur et les raies obscures correspondantes du spectre solaire. On part de là pour faire de nouvelles recherches sur la position de ces raies, et pour acquérir en général de nouvelles notions sur ces matières, encore

si peu explorées. Nous ne pouvons entrer ici dans le détail de ces travaux.

L'exposé sommaire des résultats auxquels on est parvenu aujourd'hui, en étudiant le spectre des taches du Soleil, pourra donner un aperçu de ce genre d'étude et nous ramènera à l'objet plus spécial de cette notice.

Le spectre des taches et particulièrement de leur noyau, subit, d'après le P. Secchi [1], de graves altérations. « Plusieurs de ses raies noires s'élargissent, d'autres perdent leur netteté, quelques-unes, à peine visibles à l'ordinaire, deviennent très intenses. Quant aux lignes lumineuses qu'il est possible de percevoir encore, quelques-unes conservent tout leur éclat, d'autres diminuent notablement. Les raies qui s'élargissent le plus sont celles qui dérivent de la présence des vapeurs du calcium et du fer. Celles du chrome et du cobalt sont aussi influencées, mais moins. Celles du calcium se dilatent le plus de toutes. Celles du sodium deviennent nébuleuses sur les bords comme cela arrive à beaucoup d'autres, dérivant de substances inconnues. Le fait le plus important est que plusieurs séries de lignes très fines, équidistantes, à peine visibles dans les circonstances ordinaires, deviennent très obscures et comparables aux raies noires des métaux, tout en restant nébuleuses sur les bords. Il est difficile de dire s'il y en a parmi elles de réellement nouvelles, mais leur augmentation extraordinaire est un fait qui montre un accroissement d'énergie dans l'intérieur des taches et dans la cause qui les produit.

« Quelques raies lumineuses restent intactes, de ma-

[1] *Bulletino Meteorologico dell' osservatorio del Collegio Romano*, vol. VIII, n° 5, 31 mars 1869.

nière à paraître à la fin plus brillantes qu'auparavant, donnant ainsi une preuve directe que ce fait n'est pas dû à une absorption générale, comme il résulterait d'une diminution absolue de la lumière, mais bien à une absorption élective et spéciale des substances et des vapeurs existant dans le Soleil. Pour produire de pareils effets, ces vapeurs doivent être plus denses et plus compactes au fond des taches et partant absorber davantage : dès lors leurs raies doivent s'élargir et devenir plus foncées. Le vague ou la nébulosité de certaines raies montre l'addition d'autres substances, dont la présence, insensible sur le reste du disque, se manifeste à cette profondeur plus considérable.

« A toutes ces modifications des raies, celles de l'hydrogène offrent un contraste frappant. Au lieu de noircir, elles s'affaiblissent et disparaissent réellement, et finalement deviennent lumineuses après avoir été renversées. Nous pouvons affirmer que ce gaz, qui forme l'enveloppe rosée, existe en très grande abondance dans les taches et dans leurs environs. Il est surtout élevé et abondant dans les langues plus lumineuses formant les *ponts* qui traversent les taches, et dans les *facules* qui les entourent. Le renversement des lignes noires de l'hydrogène en lignes lumineuses, bien constaté dans ces places, en est la preuve directe et irrécusable. »

La complication, les métamorphoses, toutes les circonstances nouvelles signalées dans ces phénomènes, qui font l'objet de la spectroscopie, résultent vraisemblablement de l'effet produit dans le spectre par la présence de vapeurs composées, non encore suffisamment étudié aujourd'hui. Rapprochant leurs apparences des lignes nébuleuses qui deviennent visibles lorsque le Soleil se rap-

proche de l'horizon, et qui ont leur origine dans notre atmosphère, le P. Secchi reconnaît leur analogie et en conclut, peut-être un peu précipitamment, que cette origine commune doit se chercher dans la présence de vapeurs aqueuses. Les taches, leur noyau, leur pénombre, seraient donc, suivant lui, le résultat de la condensation d'immenses quantités de vapeurs d'eau, sans exclure toutefois l'existence d'autres émanations métalliques. Ces émanations plus denses peuvent subsister à un niveau inférieur, comme dans certains cas le gaz acide carbonique reste stagnant à la surface de notre terre, et ne se manifester qu'accidentellement. Ce principe expliquerait pourquoi certains métaux assez denses n'ont pas encore été constatés dans le Soleil.

Avec ces conclusions, nous sommes bien loin, on le voit, de l'hypothèse qui faisait des taches des trous permettant d'apercevoir le noyau obscur, solide du Soleil. Celle qui les attribue à des tourbillons, troublant la superficie incandescente d'un Soleil gazeux, ne peut plus guère subsister non plus. Nous rentrons donc dans la théorie qui nous a paru la vraie dès 1863, et qui admet comme cause des apparences des taches, la présence de matières obscurcissantes se formant dans la photosphère. Nous avons à retirer les termes de : « solidification, de croûte solide, » qui, dans le temps, ne nous satisfaisaient qu'à moitié, n'ayant jamais eu l'intention d'assimiler ces phénomènes à une espèce de congélation qu'ils avaient l'air de sous-entendre. Le reste de nos thèses subsiste avec les récents progrès de la science. Nous croyons encore à une atmosphère solaire. L'enveloppe rosée est à jamais constatée, elle a pris le nom de chromosphère et elle peut aujourd'hui s'observer en tout temps. Entre elle

et le globe fluide incandescent, se trouve un intervalle de 2 à 3 secondes d'épaisseur reconnu par le P. Secchi, mais d'une observation difficile. La photosphère est la surface brillante de l'astre embrasé, toujours entouré de vapeurs éclatantes jaillissant de son intérieur. L'éclat de ces vapeurs varie, probablement avec leur composition; il atteint son maximum dans les facules, qui coïncident avec des surélévations de la matière brillante, beaucoup moins marquées toutefois que celles de la chromosphère.

Dans la photosphère se forment les taches par la condensation de vapeurs obscures sur la composition desquelles on a déjà quelques données. Ce qu'on ignore encore, c'est le genre d'action interne, mécanique et chimique donnant lieu à ces phénomènes, dont les changements d'aspect, sans être aussi prompts que ceux des protubérances, sont cependant si accusés et si réels. La même obscurité enveloppe encore les circonstances bizarres accompagnant les lois de leur rotation et de leur apparition. Leur rotation varie, on le sait, avec la latitude héliographique; leur apparition est soumise à une période dont la durée est diversement fixée, et qui a fait assimiler notre Soleil à une étoile variable. Cette assimilation est peut-être un peu hardie, car comment appeler variable un astre dans lequel, à la distance où nous sommes, aucun changement d'effet calorifique ou lumineux n'a pu être apprécié ? Un fait curieux et ressortissant encore au domaine de la spectroscopie, a toutefois engagé les savants à insister sur cette comparaison. Si on rapproche le spectre des taches de celui de certaines étoiles, on le trouve ressembler à celui de tout un groupe, comme α d'Orion, Antarès, Aldébaran, etc., toutes munies d'une teinte rougeâtre et d'éclat variable. La conclusion qu'on

en tire est que la même cause produit leur variabilité et les taches de notre Soleil. Il serait donc aussi une étoile changeante, et la période de dix à onze ans constatée dans l'abondance de ses taches serait accompagnée d'une variation correspondante dans son éclat, dont l'évaluation quantitative sera peut-être possible un jour.

Sans développer davantage ces considérations, dont la tendance peut paraître à aucuns un peu aventurée, nous terminons ici notre rapide description de l'état actuel de la science relativement à la constitution du Soleil. La période que nous traversons est si féconde en nouvelles productions dans ce domaine, que nous aurons probablement à y revenir dans un délai assez rapproché.

NOTE

SUR

LES AURORES BORÉALES

DU 15 AU 16 AVRIL ET DU 13 AU 14 MAI 1869

Par M. H. WILD [1].

Dans la communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, le 20 avril dernier, sur la tempête magnétique du 15 au 16 avril, et sur les perturbations électriques des lignes télégraphiques qui en sont résultées, j'ajoutais verbalement que toute perturbation magnétique de ce genre, et celle-ci en particulier, pouvait bien être occasionnée par une aurore boréale, invisible à Saint-Pétersbourg en raison du ciel nuageux, mais dont on pourrait ne pas tarder à recevoir des nouvelles. C'est ce qui a eu lieu en effet, car nous avons reçu depuis lors des annonces d'aurores boréales provenant de contrées les plus variées.

La *Gazette de la Bourse* contient la correspondance suivante de Kadom, du 19 avril :

« Dans la nuit du 16 avril, à onze heures, on a observé à Kadom (gouvernement de Tambow) une aurore boréale des plus grandioses. De l'est à l'ouest on voyait une lueur rouge feu, qui ressemblait à celle d'un énorme incendie; on distinguait très-bien qu'elle était formée de très-petites étincelles. — L'horizon, au nord, était éclairé par des rayons blanchâtres semblables à des flammes, entre

[1] Mélanges physiques et chimiques, tirés du *Bulletin de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, tome VIII, p. 53.

lesquelles se trouvaient des ombres foncées. Au centre, du côté du nord, s'élançait un rayon de feu du blanc le plus intense; il était droit comme un mât de vaisseau, et dépassait dans le ciel tous les autres rayons qui inclinaient de son côté. Ce phénomène a duré environ une demi-heure, puis a disparu. »

J'ai reçu tout dernièrement d'Ekaterinenbourg, de M. Schulajew, inspecteur de l'Observatoire magnétique de cette ville, et de M. Ssavin, l'ancien observateur, le rapport suivant :

« Le 15 avril, les barreaux aimantés ont commencé à s'agiter depuis midi, et à partir de huit heures du soir j'ai jugé nécessaire de faire faire les observations des magnétomètres de cinq en cinq minutes. A neuf heures trente minutes, on vit apparaître, dans le nord, un nuage blanc qui ne tarda pas à devenir rouge vif et à se partager en deux moitiés, dont l'une se dirigeait à l'est et l'autre à l'ouest; au centre on voyait apparaître des rayons en forme de colonnes, qui changeaient souvent de position, tantôt disparaissaient, tantôt brillaient avec une nouvelle intensité, lorsqu'à dix heures vingt-cinq minutes tout rentra dans l'ombre. Une demi-heure plus tard, l'horizon se colora de nouveau en rouge, avec plus d'intensité même que la première fois, particulièrement dans le nord-ouest; cette coloration s'étendit peu à peu sur tout l'horizon nord de l'est à l'ouest; les colonnes de feu étaient plus intenses qu'auparavant et présentaient différentes couleurs. »

D'après les communications de M. Rayet, dans le n° 117 du *Bulletin hebdomadaire de l'Association scientifique de France,* et celles de M. Sourel, page 127 des *Nouvelles météorologiques pour 1869,* l'on voit que cette

aurore boréale a aussi été visible à l'étranger, entre autres dans différentes localités en France et à Bruxelles. A Paris, comme à Saint-Pétersbourg, on a remarqué, dès le 15 avril à midi, des courants électriques dans les lignes télégraphiques.

Les perturbations magnétiques, observées aussi à Greenwich et à Livourne, montrent que cet orage magnétique s'est étendu sur la plus grande partie de l'Europe.

D'après le Bulletin météorologique international de l'observatoire de Paris, du 16 avril, le centre de dépression d'une bourrasque se trouvait ce jour-là à sept heures du matin, au-dessus de l'Angleterre; cette bourrasque avait déjà été signalée la veille sur la seule inspection de la forme des *Isobares*[1]. M. Rayet fait ressortir, à l'endroit indiqué, la relation évidente qui existe selon les nouvelles théories et l'expérience entre l'apparition des aurores boréales et les bourrasques. La coïncidence du courant atmosphérique équatorial avec la bourrasque paraît faciliter la neutralisation de l'électricité des couches supérieures de l'atmosphère, qui donne naissance à l'aurore boréale, avec celle opposée de la terre; de telle façon que les aurores boréales peuvent être considérées comme accusées par les perturbations magnétiques qui en dépendent, de même que les cirri, par exemple, envisagés comme les avant-coureurs du courant équatorial descendant, annoncent l'approche du mauvais temps[2].

[1] Nous présumons que l'auteur désigne sous le nom d'*isobares* les lignes d'égale pression atmosphérique.

[2] M. Buys-Ballot, le directeur de l'Institut météorologique d'Utrecht, a eu l'obligeance de m'envoyer une copie du trait autographique de l'appareil de déclinaison de cet établissement. Il résulte de la mesure et de la comparaison de ce dessin avec celui de notre magnétographe, qu'en tenant compte de la différence de longitude entre Utrecht et

L'aurore boréale du 13 mai fournit un exemple frappant de cette coïncidence. A neuf heures du soir, ce jour-là, l'observateur de service, M. Rudneff, m'appela à l'Observatoire magnétique pour être témoin des oscillations extraordinaires de l'appareil magnétique. Je constatai en effet de si grandes perturbations, particulièrement dans le magnétomètre bifilaire, que je soupçonnai immédiatement la présence d'une aurore boréale. Malgré l'observation la plus attentive du côté nord du ciel, on n'apercevait pas trace d'aurore boréale, soit à cause de l'état nuageux du ciel, soit à cause de la trop grande clarté du jour qui persistait encore. Mais j'apprends de différents côtés que, dans des localités plus favorablement situées, on a observé une aurore boréale qui, d'après le journal de Saint-Pétersbourg, a aussi été visible à Moscou. Le même journal dit que, à partir de trois heures après midi du 13 mai jusqu'à trois heures du matin du jour suivant, des courants électriques accidentels dans les lignes télégraphiques avaient rendu la correspondance presque impossible. Les tracés photographiques du magnétographe indiquent pour ce jour-là une coïncidence exacte des perturbations magnétiques avec l'apparition de courants dans les lignes télégraphiques ; car à trois heures et demie du soir, du 13 mai, tous les appareils magnétiques recommencèrent à avoir des mouvements irréguliers jusque vers quatre heures du matin du jour suivant, mouvements qui étaient particulièrement considérables dans l'instrument destiné

Saint-Pétersbourg, la perturbation a commencé dix minutes plus tard à Saint-Pétersbourg qu'à Utrecht. De ce fait seul on ne peut pas conclure avec certitude si ce résultat a été déterminé par la plus grande proximité d'Utrecht du centre de la tempête comparé à Saint-Pétersbourg.

à la mesure de la composante horizontale de la force magnétique de la terre [1].

A cette tempête magnétique, accompagnée d'aurore boréale, succéda, le jour suivant, le 14 mai, un changement subit considérable dans le temps. La température s'abaissa de plus de 15° C., l'air se satura d'humidité sous l'influence d'un fort vent d'ouest qui remplaça un faible vent S. à S.-E.; à une heure après midi la pluie tombait par torrents, et le baromètre qui, le 1er mai, avait légèrement fléchi, atteignit, le 2 à deux heures quarante minutes de l'après-midi, son point le plus bas; l'anémomètre enregistreur avait indiqué à cette même heure le saut subit du vent du sud à l'ouest. L'aurore boréale et la tempête magnétique avaient donc été en effet les précurseurs de l'orage du 14 mai.

M. O. de Struve, directeur de l'Observatoire de Pulkowa, qui, tout en étant occupé à l'observation astronomique, a eu l'occasion de suivre les phases de l'aurore boréale du 13 mai, a eu l'obligeance de m'en donner, dans une lettre, des détails que je crois devoir reproduire ici *in extenso*, en raison de l'originalité de ce phénomène. Je transcris textuellement la note de M. de Struve :

« Le 13 mai, un peu après dix heures du soir, je m'apprêtais à observer la comète de Winneke avec la lunette. Tout le ciel était remarquablement clair et trans-

[1] Le Bulletin météorologique international de l'observatoire de Paris du 14 mai renferme les données suivantes :

Livourne : hier, perturbation magnétique.

Rome : hier soir, grande et extraordinaire perturbation magnétique.

Greenwich : hier, très-brillante aurore boréale.

Trieste : la nuit, aurore boréale.

Le même Bulletin mentionne deux plus petits centres de tempête en Espagne et au-dessus du golfe de Bottnie.

parent; cependant, vers le sud-ouest on apercevait un petit nuage isolé très-foncé. Après avoir dirigé la lunette du côté de la comète, je vis de légers brouillards se détacher de ce nuage et traverser le ciel rapidement. En attendant que le nuage fût entièrement dissipé et que l'obscurité fût suffisante pour permettre de distinguer la comète, je restai tranquillement assis devant la lunette et je regardais de temps à autre le ciel à travers l'ouverture de la tour, qui était dirigée du côté de l'ouest. Les nuages errants, de couleur blanchâtre, paraissaient se fondre les uns dans les autres et tapisser le ciel d'un léger voile. Peu à peu la couleur passa au lilas, ce que j'attribuai à un phénomène de réflexion de la partie nord du ciel plus éclairée. Ensuite apparurent des nuages plus foncés, précédés d'un seul qui était isolé, de sorte que j'avais encore quelque espoir de pouvoir observer la comète dans les intervalles. Ces nuages obscurs ne tardèrent pas à devenir rougeâtres, puis d'un rouge brun vif comme par le reflet d'un fort incendie. Ne pouvant plus attribuer ce phénomène à une réflexion de la clarté du nord, je montai sur la galerie de la tour pour me rendre compte de son origine. En regardant alors vers l'ouest, je vis qu'une grande partie du sud-ouest du ciel était occupée par ces nuages d'un rouge-brun foncé, entre lesquels des places plus claires émettaient des rayons d'un rouge clair très-brillant. Tout d'un coup il me sembla que toute la tour dans mon voisinage était éclairée par une vive lueur. Je me retournai brusquement, et je fus témoin d'un spectacle merveilleux. D'un point, situé à peu près dans la direction des ouvertures de la tour et élevé d'un petit nombre de degrés, partaient en se succédant des rayons de toutes les couleurs, semblables à des fusées, qui s'étendaient parfois jusqu'à 90° en dépassant le zénith du côté du sud. Ces faisceaux

de rayons étaient très-étroits à leur point de départ, qui brillaient d'un vif éclat : ils s'élargissaient en s'approchant du zénith, sans occuper toutefois plus de 10° dans le ciel : du côté de l'ouest les rayons se fondaient peu à peu, de manière à disparaître dans la coloration uniforme rouge-brun du ciel.

« Bien que ce phénomène s'offrît dès l'abord comme appartenant à la catégorie des aurores boréales, il présentait cependant des différences essentielles avec toutes celles que nous avons eu l'occasion d'observer ici. Outre que le foyer était situé à peu près exactement à l'est, avec une légère déviation vers le nord, la bande noire qui est considérée comme caractéristique du phénomène, fit complétement défaut pendant toute la durée de l'apparition. De plus, les rayons n'offraient pas trace des traînées horizontales qu'on observe généralement, tandis qu'en intensité et diversité de couleurs ils surpassaient tout ce que nous avions vu ici dans ce genre.

« Je crois pouvoir fixer assez exactement à dix heures trente-huit minutes, temps moyen de Pulkova, le moment auquel j'ai commencé à apercevoir le développement rapide de la lueur. Je me rendis promptement sur l'esplanade de l'observatoire, où je rencontrai plusieurs autres astronomes attirés par le phénomène. Nous apportâmes aussi vite que possible les spectroscopes ; mais avant d'avoir pu les établir convenablement, l'éclat de l'aurore avait déjà sensiblement diminué, et offrait plutôt l'apparence d'une aurore boréale brillante ordinaire. La durée du maximum d'éclat peut donc être estimée à dix minutes au plus.

« Dans les spectroscopes on apercevait la raie connue de l'aurore boréale brillant d'un vif éclat, mais on ne voyait aucune autre raie fixe. Autour de cette raie principale,

on distinguait nettement des traces du spectre atmosphérique, qui était d'autant plus brillant qu'on s'approchait davantage du nord. Ce qui a surtout frappé M. Wagner, comme moi, c'est un certain caractère agité du spectre atmosphérique. Il paraissait éprouver un tremblement continu, et à différentes reprises nous avons cru apercevoir comme des étincelles plus vives et isolées qui le traversaient, mais trop rapidement pour permettre d'en déterminer la position dans le spectre.

« Quand le développement de l'éclat extraordinaire se fut arrêté, tout le phénomène prit l'apparence d'une aurore boréale tranquille ordinaire, mais d'une grande étendue, qui, sans la clarté du crépuscule, aurait certainement pu être comptée parmi les plus brillantes. Un peu au sud-est du zénith, on voyait les contours bien arrêtés de la couronne d'aurore boréale, de laquelle pendait un manteau, chatoyant par places de différentes couleurs, et qui s'étendait de chaque côté de la première verticale sur toute la partie nord du ciel, jusque près de l'horizon, où on voyait s'élever çà et là des colonnes isolées présentant les traînées latérales qu'on observe ordinairement. Pendant que cela se passait les nuages se dissipaient en grande partie.

« Peu de temps après onze heures, on aperçut dans le sud-ouest des condensations semblables à des nuages, accompagnées à l'est de l'apparition d'un rayon plus brillant, de sorte que nous nous attendions à une répétition du premier phénomène. Cependant quelques minutes plus tard, tous ces signes disparurent en même temps que les masses nuageuses. A onze heures et demie le ciel avait repris à peu de chose près sa coloration ordinaire.

« D'autres observateurs, selon la direction dans laquelle le phénomène principal se présentait à leurs regards, l'ont

saisi d'une autre manière. M. Gylden, entre autres, raconte qu'après avoir observé comme moi la coloration rouge-brun du ciel occidental obscur, et les intervalles d'un rouge clair brillant, il aperçut près du zénith, en se tournant vers le sud-est, une ceinture brillante et tranquille qui présentait toutes les couleurs de l'arc-en-ciel, et dont le pôle correspondait à peu près à l'endroit où se trouvait le soleil au-dessous de l'horizon ; d'autre part, le rapide développement du centre brillant dans l'est lui a échappé. Cette observation peut très-bien se concilier avec les miennes [1]. »

[1] Le point le plus intéressant de cette notice est l'observation faite par M. de Struve au moyen du spectroscope Il dit avoir trouvé la raie caractéristique de l'aurore boréale. Cette raie est sans doute celle découverte par M. Angstrom, dont la longueur d'ondulation est de 5567. Il est à regretter que les observations, soit de M. de Struve, soit de M. Angstrom lui-même sur ce point particulier, ne soient pas plus nombreuses. M. Angstrom dit bien que la raie qu'il a signalée ne coïncide avec aucune des raies connues dans les spectres des gaz simples ou composés. pour autant, ajoute-t-il, qu'il les a étudiées jusqu'à présent. Il reconnaît, en effet, qu'une aurore boréale observée au spectroscope, plus près du cercle polaire, donnerait probablement un spectre plus compliqué que celui qu'il a trouvé. Nous nous permettrons de signaler de la manière la plus instante ce genre d'observations aux physiciens placés pour observer des aurores boréales. Il est bien possible que les raies obtenues par le spectroscope avec la lumière des aurores boréales se retrouvent dans le spectre de l'azote et de l'hydrogène très-raréfiés, quand ils sont traversés par les décharges électriques. M. Angstrom dit avoir observé des traces de la même raie dans la faible lumière émise de toutes les régions du firmament pendant une nuit étoilée où tout le ciel était en quelque sorte phosphorescent. Cette phosphorescence du ciel, qui se présente quelquefois dans les nuits claires, pourrait bien être due à l'apparition de faibles lueurs électriques dans les régions supérieures de notre atmosphère.

(*Réd.*)

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

William Huggins. Sur quelques observations spectrales de comètes. (*Philosophical Magazine*, juin 1869.)

Les observations qui suivent se rapportent plus spécialement à l'analyse de la lumière bleue des comètes, un peu plus brillantes que celles de 1866 et 1867, qui ont paru en 1868. L'une d'elles, dite la comète de Brorsen, a été découverte par cet astronome en 1846, et a reparu, conformément à ses calculs, en 1868; l'autre a été observée pour la première fois en 1868 par Winnecke.

La comète de Winnecke, examinée à la lunette, a présenté à l'observateur une chevelure presque circulaire entourant un point nébuleux brillant dans lequel se trouvait probablement un véritable noyau. La faible nébulosité des bords de la chevelure était visible sur un espace de plus d'un degré, et formait une queue nettement définie sur l'un de ses bords mais qui sur l'autre bord s'évanouissait peu à peu d'une façon presque insensible. Dans toutes les observations spectrales qui suivent, la fente de la chambre obscure a été placée perpendiculairement à l'un des diamètres de la tête de la comète.

Le spectre de la comète de Winnecke, de même que le spectre de la comète de Brorsen, consistait en trois bandes brillantes placées dans des positions analogues, mais non identiques, du spectre. Le fait que ces bandes, dans le spectre de la comète de Winnecke, paraissaient moins larges que dans le cas de la comète de Brorsen, peut dépendre d'une intensité plus faible de la lumière provenant de celle-ci.

Toutefois en admettant cette explication, il reste à rendre compte de la différence de réfrangibilité entre les commencements nettement définis des lignes centrales des deux comètes, différence assez marquée pour motiver la conclusion que les conditions lumineuses des deux comètes n'étaient pas identiques. La première bande lumineuse se trouve à peu près à moitié distance de D à E du spectre solaire : la seconde commence aux environs de *b* et s'étend jusqu'à F ; la troisième se trouve entre F et G. Ces trois bandes cométaires, d'une largeur notable, diffèrent beaucoup sous le point de vue de la réfrangibilité, ainsi que sous d'autres rapports, des lignes étroites et nettement définies que présentent les nébuleuses, et paraissent indiquer une constitution très-distincte de celle de ces dernières.

L'auteur, en répétant son observation, a remarqué que le spectre de la comète de Winnecke paraissait identique avec celui de l'une des séries du spectre du carbone, tel qu'il a été obtenu par la décomposition au moyen de l'étincelle d'induction de quelques composés de carbone préparés il y a quelques années. Cette modification du spectre du carbone, en apparence identique avec le spectre cométaire, s'est présentée lorsqu'on faisait passer l'étincelle au travers du gaz oléfiant et de quelques autres composés du carbone. Elle ne diffère du spectre, en apparence plus parfait qu'on obtient par la décomposition du cyanogène, de l'huile d'olive, etc., qu'en ce que les trois bandes situées dans la partie brillante du spectre ne se résolvent pas en lignes étroites distinctes les unes des autres, mais diminuent graduellement d'intensité lumineuse sans rupture de continuité. Une comparaison directe du spectre de la comète de Winnecke avec celui du gaz oléfiant, les deux spectres étant juxtaposés dans l'appareil, a démontré, à la satisfaction de l'auteur ainsi qu'à celle du Dr Miller, témoin de l'expérience, que sous les différents rapports de réfrangibilité et d'intensité relative, le spectre de la comète était identique avec celui du carbone. La conclu-

sion évidente, et en apparence bien fondée, à tirer de ses observations, c'est que la matière cométaire qui émet la lumière n'est autre que la vapeur lumineuse du carbone. Tout en admettant la vraisemblance de cette conclusion, il ne faut pourtant pas perdre de vue une difficulté sérieuse qui paraît s'y opposer. difficulté tirée de ce que la chaleur solaire à laquelle la comète en question a dû être soumise, n'était pas suffisante pour convertir le carbone en vapeur, et que d'ailleurs plusieurs circonstances s'opposent à ce que le supplément de chaleur nécessaire ait pu être fourni par l'action chimique qui en était la conséquence. Remarquons cependant qu'il n'est pas impossible que le carbone puisse exister dans un état allotropique, dans lequel il serait capable de se vaporiser à une température comparativement peu élevée. Mais en admettant cette hypothèse, il n'en resterait pas moins une objection tirée de ce que, non-seulement la vapeur à l'état non lumineux est incapable d'émettre des rayons de lumière de même réfrangibilité que si elle était lumineuse, mais elle ne pourrait pas non plus transmettre ces mêmes rayons par réflexion.

Passons maintenant en revue les principaux phénomènes qui se présentent habituellement lorsqu'une comète s'approche du Soleil :

1° Le noyau, sous l'influence de la chaleur solaire, émet des jets lumineux qui présentent souvent l'apparence d'enveloppes lumineuses autour du noyau.

2° Ces enveloppes ou jets lumineux surgissent en premier lieu du côté du Soleil.

3° Les enveloppes sont souvent séparées les unes des autres, et de la tête de la comète, par des espaces invisibles.

4° Les enveloppes, à la limite de la tête, se comportent comme si elles étaient soumises à l'action d'une force intense de répulsion de la part du Soleil.

5° La matière des enveloppes paraît être repoussée par le

Soleil sur tout le pourtour de la tête, de manière à former une queue creuse de forme conique.

Quoique la faible lumière des comètes soumises jusqu'à ce jour à l'analyse spectrale n'ait pas permis des observations rigoureusement exactes, on a pu cependant constater que la matière émise par le noyau, et qui est caractérisée par une teinte bleue, fournit une lumière que le prisme montre être identique avec celle émise par la vapeur du carbone. Il reste donc démontré que la lumière bleue n'est pas due à la réflexion d'un nuage dont les particules seraient trop subtiles pour réfléchir les ondes plus allongées des couleurs moins réfrangibles. Il n'est pas impossible que les espaces invisibles remarqués entre les enveloppes puissent correspondre à un état de la vapeur dans lequel celle-ci ne serait pas assez chaude pour émettre de la lumière, et cependant pas assez condensée pour la réfléchir.

Les portions extérieures de la chevelure et de la queue qu'on a remarqué être polarisées suivant un certain plan, indiquant ainsi la présence de la lumière solaire, peuvent être regardées comme composées de la vapeur du noyau condensées en de très-petites particules répandues sur un vaste espace.

La rapidité extraordinaire avec laquelle la queue de la comète s'étend à une distance énorme dans une direction opposée au soleil, reste jusqu'ici sans explication. Serait-il permis de supposer que l'instant où la matière caudale devient soumise à une action de répulsion de la part du soleil, soit aussi celui où la vapeur se trouve être condensée en particules distinctes, et que les deux phénomènes dépendent ainsi sous certains rapports l'un de l'autre.

PHYSIQUE.

Prof. Ackermann. — Observations météorologiques dans l'île d'Haïti. (*Moniteur officiel de la République d'Haïti*, 1868 et 1869.)

Le *Moniteur* d'Haïti renferme, dans plusieurs de ses numéros de grand format, d'intéressants détails sur les résultats des observations météorologiques faites avec soin, depuis 1863, au Port au Prince, avec de bons instruments, par M. Ackermann, né à Vevey dans le canton de Vaud, et actuellement professeur de sciences physiques au Lycée national d'Haïti. Nous allons en extraire quelques données sur la température de cette station, la pluie qui y tombe et les orages qui y ont lieu, sans pouvoir y joindre les nombreux tableaux qui accompagnent ces articles.

Température.

La ville de Port au Prince, située au bord de la mer des Antilles, à 18°33′ de latitude boréale, a un climat marin assez uniforme. La température la plus basse que M. Ackermann y ait observée est celle de 13°,6 du thermomètre centigrade, le 28 janvier 1868, à six heures du matin ; et la plus élevée, à l'ombre et au Nord, a été de 38° le 30 juillet et le 13 août 1868.

Les thermomètres sont établis en plein air, devant une fenêtre au Nord, à $1^{m},6$ au-dessus du sol et à environ 50 mètres au-dessus du niveau de la mer, dans une cage couverte, à volets brisés, de manière à laisser bien circuler l'air autour d'eux, tout en les abritant du soleil et du rayonnement diurne et nocturne. Ces thermomètres sont gradués sur leur tube de verre, et on vérifie de temps en temps leur point de zéro. On les observe en moyenne dix fois par 24 heures, à l'aide d'une lunette qui sert à viser. Le thermomètre *minimum* est celui de Rutherford, le *maximum* est celui de

Negretti et Zambra. Ils ont été construits tous deux par la maison J. Salleron à Paris.

Les observations antérieures à 1864, faites sans thermométrographe horaire et dans une station du bas de la ville, à 3 mètres au-dessus du niveau de la mer, donnaient 26°.7 centigrades pour température moyenne. Dès lors, on a acquis un thermométrographe de Breguet, instrument décrit dans le tome V des œuvres d'Arago, page 628, et qui marque la température à chaque heure, au moyen d'une aiguille à encrier, mise en jeu par une spirale métallique, sur un cadran circulaire divisé en degrés. Ce thermométrographe est très-sensible, et M. Ackermann dit qu'il a toujours admirablement fonctionné, mais qu'il réclame des soins incessants, particulièrement pour le préserver des dérangements occasionnés par des toiles d'araignée et des fourmis.

Ayant ainsi les températures de chaque heure du jour, compté d'un minuit à l'autre, M. Ackermann en a pris la moyenne, et l'a comparée avec celle des températures *maximum* et *minimum* de chaque jour. Il a trouvé cette dernière un peu plus élevée que la précédente, d'une quantité à peu près constante : et il a constaté qu'on obtenait cette vraie moyenne diurne, en ajoutant à la température *minimum* le produit de la différence des températures extrêmes par le coefficient constant 0,4537.

La température moyenne des cinq années 1863 à 1867 a été de 25°,93 ; celle de 1868 a été de 26°. La température moyenne du mois de janvier, le plus froid de l'année, est de 24°,4 ; celle du plus chaud, juillet, est de 27°,8.

Rome, Bordeaux, Paris, Boston ont par moment des chaleurs plus fortes, mais leurs *minima* de température sont fort inférieurs à ceux de Port au Prince. Il est facile de comprendre que cela tient, soit au voisinage de la mer, soit surtout à ce que le soleil est toujours très-élevé à midi, et à ce qu'il y a dans la zone torride, bien moins de variabilité dans la durée des jours et des nuits que dans les zones tempérées.

Ainsi, par exemple, en janvier 1868, le thermomètre s'est abaissé, comme nous l'avons vu plus haut, jusqu'à 13°,6 ; mais il s'est élevé dans le même mois jusqu'à 34°. Les températures extrêmes, en juillet de la même année, ont été 21°,3 et 38° ; celles du mois de décembre 16°,5 et 32°,7. La moyenne générale du premier et du dernier de ces mois a été d'environ 25°, et celle du second de 29° $^3/_4$.

L'amplitude d'excursion thermométrique, dans les 24 heures, varie entre 9 et 11 degrés centigrades dans les divers mois de l'année. Sa valeur moyenne est de 10°,4. Elle est beaucoup plus faible dans les jours de pluie. La température baisse alors rapidement, quelquefois de 8 degrés en une demi-heure ; puis elle remonte lentement, et si la pluie dure du matin au soir, le thermomètre ne varie guère que de 2 degrés de jour et de nuit, sa hauteur moyenne étant alors de 24 à 25 degrés. Les nuits chaudes de l'été sont toujours celles pendant lesquelles le ciel est couvert. On a quelquefois alors, à 10 heures du soir, une chaleur de 29 à 30 degrés.

L'hiver est peu sensible à Port au Prince, parce que c'est la saison de grande sécheresse, et celle où le vent du Nord-Est souffle souvent, jour et nuit, sans interruption. La fraîcheur des nuits tient à la pureté du ciel et au rayonnement nocturne : ce rayonnement semble être peu affecté par le vent alizé, car les *minima* de 14 à 15 degrés correspondent souvent aux nuits pendant lesquelles ce vent était intense. Avril et mai ont des moyennes comparativement faibles, parce que ce sont les mois pluvieux dominants de l'année. En été l'alizé tempère l'air, l'alternative presque journalière des brises de terre et de mer remplit les fonctions d'un ventilateur. Généralement, la brise de mer abaisse la température et rend invariablement l'air plus humide.

La température en plein soleil a été observée tous les jours plusieurs fois, avec un thermomètre étalon, divisé sur sa tige, à réservoir sphérique, sans être noirci ni recouvert

d'aucune substance. La différence de cette température à celle de l'air ambiant dépend de la diaphanéité de l'atmosphère, et elle peut aller, indépendamment de la saison, d'une fraction de degré jusqu'à 12 degrés centigrades. La plus grande différence observée a été de 12°,4. Ce thermomètre indique quelquefois, en plein jour, une température inférieure à celle de l'air libre, parce que le soleil est alors caché, et que l'instrument se refroidit plus vite que celui qui est à l'abri du rayonnement. La température observée ainsi au soleil, entre 11 heures du matin et 4 heures de l'après-midi, de 1865 à 1868, n'a pas dépassé 38° centigrades en janvier et février, 40° de février à mai, 45° en juin, 45°,4 en juillet, de 46 à 46 $^1/_2$ en août et septembre, 44 en octobre, 42 en novembre et 39 en décembre. Un thermomètre à mercure, à échelle sur ivoire, couché accidentellement sur une chaise au soleil, le 1er août 1866 à midi $^3/_4$, a indiqué 48°,9 : tandis que celui à l'air libre, à l'ombre, marquait 34°,8, et le thermomètre étalon au soleil 46°,2.

Le décroissement de la température avec la hauteur est assez irrégulier à l'île d'Haïti, comme il l'est en Suisse. En comparant des observations simultanées, faites à Port au Prince et à Fourcy, localité située à 17 kilomètres au Sud-Est, et à 1550 mètres d'altitude, on a trouvé qu'un abaissement de 1° du thermomètre centigrade correspondait à une différence de hauteur variant entre 131 et 194 mètres.

Pluie et orages.

Les observations pluviométriques, dont les résultats sont rapportés dans le *Moniteur* Haïtien du 15 août 1868 et du 6 février 1869, ont été faites du 1er août 1863 au 31 décembre 1868, au Bois-Chêne, à 52 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer, sauf celles du 19 mai au 17 novembre 1867, qui ont été faites à Lalue, à 57 mètres d'altitude. L'instrument dont on a fait usage est un udomètre de Babinet, dont la surface de réception, en forme d'entonnoir, est

de 4 décimètres carrés, et où un centilitre d'eau représente une hauteur d'un quart de millimètre. Le jeaugeage s'y effectue à 6 heures du matin, pour les pluies nocturnes, et à 6 heures du soir pour les diurnes. L'élévation de l'entonnoir au-dessus du sol est de $1^{m},5$.

La quantité moyenne annuelle de pluie tombée, pendant les cinq années 1864 à 1868, a été de 1533 $^{7}/_{10}$ millimètres.

Sa valeur *maximum* a été de 1716^{mm} en 1866.

Sa valeur *minimum* a été de 1277,25 en 1867.

Le nombre moyen des jours pluvieux dans l'année a été de 156. Il s'est élevé à 179 en 1866 et 1868, tandis qu'il n'a été que de 119 en 1867.

Une circonstance qui paraît singulière, c'est qu'il tombe dans cette localité près de trois fois plus de pluie la nuit que le jour, la moyenne annuelle étant de 410^{mm} de jour, et de 1123 de nuit. Sur 246 orages qui ont eu lieu en cinq ans dans la ville et ses environs, il y en a eu 102 pendant la nuit.

Les mois les plus secs sont ceux de décembre à mars, les plus pluvieux, avril et mai, puis août et septembre. Il pleut rarement dans la matinée. Les pluies diluviennes sont très-rares, et il n'y a que trois ou quatre journées, de 24 heures, par an où il pleuve presque sans cesse. La pluie du 25 mai 1865, de 142^{mm} en 24 heures, l'emporte sur toutes les autres en quantité absolue, mais le grain du 3 août 1863, où il tombait un millimètre d'eau par minute, l'emporte en intensité. En 1868, le 17 septembre, il est tombé en deux heures 64 millimètres d'eau, et le 18 octobre 61 $^{1}/_{4}$ millimètres. Ce sont, cependant, en général, les mois d'avril et de mai qui fournissent les pluies les plus fortes ; ceux d'août, septembre et octobre viennent ensuite. La quantité moyenne d'eau, dans l'année, qui tombe en un jour de pluie n'est que d'environ 9^{mm} $^{1}/_{2}$, mais dans le mois d'avril cette moyenne est de 14^{mm}, et elle est de $16^{mm},4$ en mai.

Sur le versant Nord du morne de l'Hôpital, la pluie est

plus fréquente et plus intense qu'en ville. Il y pleut quelquefois des journées entières sans qu'une goutte atteigne la ville : les pluies diurnes doivent y égaler au moins les nocturnes, et leur ensemble atteint probablement la quantité de pluie annuelle de 120 pouces, soit 3248 millimètres, attribuée au Cap Haïtien par les météorologistes du siècle passé.

Il y a eu, en cinq ans, à Port au Prince :

434 jours de tonnerres et d'éclairs :
142 » de tonnerres seuls :
70 » d'éclairs seuls.

Total : 646, soit 129 jours par an, où il y a eu des signes de décharges électriques atmosphériques. C'est en mai, juillet, août et septembre qu'il y en a le plus. Il y a des jours où il tonne sans interruption quatre à cinq heures de suite, et il y a des soirées où l'on peut compter 30 à 40 éclairs par minute. D'autres fois, au milieu d'un beau ciel, présentant quelques *cumulus*, sans nuage orageux apparent, un éclair brille, un bruit sec, court et intense le suit à un intervalle de une à trois secondes, puis tout redevient calme pour le reste de la journée. On distingue des éclairs bleus, jaunes et violets. Souvent le soir, après un orage, quand tout bruit de tonnerre a disparu, on voit à l'horizon beaucoup d'éclairs, ressemblant aux fusées des feux d'artifice, et formant par leurs divisions multiples des bouquets, des éventails d'une rare beauté. Ces divisions sont généralement observées sur des sillons ascendants à leur début, qui, s'inclinant ensuite, deviennent presque horizontaux et décrivent quelquefois un arc de plus de 25 degrés. Souvent un éclair est double, c'est-à-dire présente simultanément un sillon descendant, et à quelque distance un sillon ascendant. L'éclair en forme de boule rouge ou jaune est plus rare : il ne laisse pas de sillon lumineux, et décrit une courbe beaucoup plus lentement que ne le font les éclairs à sillon. D'autres fois l'éclair est un simple point lumineux éblouissant, qui apparaît soudainement

et éclaire une grande partie du ciel ; mais sa durée est aussi courte que celle des éclairs à sillon.

Il y a eu au Port au Prince, le soir du 8 septembre 1868, un orage remarquable par son intensité électrique. Les éclairs y jaillissaient pendant trois quarts d'heure, à chaque demi-seconde, en se bifurquant à plusieurs reprises en diverses directions, de petits nuages envoyant parfois simultanément 6 à 8 éclairs : un même sillon enfilant quelquefois aussi 8 à 10 nuages, en donnant à chacun une branche latérale. On a pu compter plus de 400 éclairs en moins de 45 minutes, et il y avait au-dessous de l'horizon, du côté du Nord, des éclairs aussi nombreux, illuminant le fond du tableau. Le phénomène entier était entraîné par l'alizé : arrivé à sa plus grande hauteur apparente, les décharges électriques diminuèrent, les bandes disparurent peu après, sans qu'il y ait eu, à ce qu'il paraît, tonnerres et pluie. Finalement, l'orage se termina au Nord-Ouest, où l'un des éclairs descendants se trifurqua.

Il n'est pas question de chute de neige au Port au Prince, et M. Ackermann n'y a pas vu non plus de chute de grêle, mais il a appris d'une manière positive qu'il était tombé de la grêle en octobre 1861, à Lalue, faubourg du Port au Prince, à 49 mètres au-dessus du niveau de la mer. En ville cette grêle était de la pluie, mais il paraît qu'il y a grêlé aussi à d'autres époques. Le brouillard est inconnu à Port au Prince, mais il y en a souvent, en toute saison, sur le morne de l'Hôpital, à 500 mètres d'élévation. A. G.

W. de Bezold. Ein Beitrag, etc. Faits nouveaux concernant les orages. (*Pogg. Annalen*, tome CXXXVI, p. 513.)

L'auteur, en compulsant les actes de la Société bavaroise d'assurance contre l'incendie dans lesquels sont relatés très-exactement tous les dommages causés par la foudre aux maisons assurées, a cherché à se rendre compte de la répar-

tition des orages dans les différentes parties du royaume de Bavière et aux différentes époques de l'année. Les renseignements qu'il a puisés à cette source s'étendent à toute la période de 1844 à 1865, pendant laquelle plus de onze cents cas de foudre ont été constatés. Ce sont là autant de faits précis dont on connaît le lieu et la date exacte, et que l'auteur a eu l'idée d'utiliser pour la science.

Voici, en deux mots, les principaux résultats d'un travail de statistique dans les détails duquel nous ne pouvons pas entrer ici. Il est résulté de ces recherches que la fréquence des orages varie beaucoup d'une partie à l'autre du royaume, mais que dans un même district cette fréquence relative demeure suffisamment constante d'une année à l'autre pour qu'il ait pu être établi une carte rendant compte de la répartition des orages dans les différentes parties de la Bavière. Les chiffres indiqués par les registres d'assurance ont été réduits, cela va sans dire, au cas d'un nombre égal de bâtiments assurés sur une étendue de pays égale aussi.

D'après cette carte, les portions présentant une même fréquence des orages, forment des bandes dirigées du sud-ouest au nord-est, qui est la direction suivant laquelle les orages traversent ordinairement cette contrée. Il ressort également de ce travail que les districts traversés par les principaux cours d'eau sont, comme l'on devait s'y attendre, plus ménagés que d'autres par les orages. Quant aux pays de montagnes, les données y sont insuffisantes, par le fait que le peu de bâtiments de valeur qui s'y trouvent ne sont point généralement sur les cimes qui attirent le plus la foudre, mais au contraire dans les lieux bas et abrités.

Les villes enfin sont beaucoup plus ménagées par la foudre que les contrées avoisinantes, encore la plupart des cas indiqués sont-ils de faibles dégâts occasionnés aux paratonnerres; il y a là suivant l'auteur une preuve pratique incontestable de l'efficacité de ce moyen de préservation.

Cette étude, nous l'avons dit, a également porté sur la ré-

partition annuelle des orages, et elle a montré que leur nombre présente deux maxima pendant l'été, l'un dans la première moitié de juin, et l'autre qui est le maximum absolu dans la seconde moitié de juillet. Mettant en parallèle ces observations avec celles qui ont été faites sur la température dans les stations avoisinantes de l'empire autrichien (les données sur ce dernier point lui manquaient sur la Bavière), l'auteur a cru pouvoir établir que ces maxima du nombre des orages correspondent à des maxima de température aux mêmes époques de l'année.

S'aidant encore d'autres documents, l'auteur a pu, en dernier lieu, comparer entre elles les différentes années de 1833 à 1865 au point de vue du nombre annuel des orages, et il a constaté que ce nombre a continuellement augmenté en Bavière depuis trente ans, époque à laquelle il avait atteint un minimum.

Ces recherches, quoique incomplètes par le fait qu'elles ne s'appliquent qu'à une étendue de pays assez restreinte, ont mis néanmoins en évidence des faits intéressants, et indiquent en tous cas une source à laquelle la science pourra puiser encore des renseignements utiles. E. S.

G. Seelhorst. Ueber fluorescirende, etc... Sur les liquides fluorescents contenus dans les tubes de Geissler. (*Pogg. Ann.*, tome CXXXVII, page 167).

On admet souvent sans autres renseignements que dans les tubes de Geissler la fluorescence verte est produite par de l'azotate d'oxyde d'urane, la rose par du sulfate d'oxydule de cobalt, la jaune par de l'azotate d'oxyule de nickel, et la bleue par du sulfate de quinine acide.

L'auteur a cherché ce qu'il pouvait y avoir de fondé dans ces assertions et a entrepris une étude générale d'un grand nombre de liquides au point de vue de la fluorescence qu'ils

peuvent produire en étant éclairés par la lumière électrique. Ayant analysé tout d'abord le contenu d'un tube qui donnait une belle fluorescence verte, il n'y trouva point la dissolution d'un sel d'urane, mais simplement de la teinture de curcuma. En opérant directement sur de l'azotate d'oxyde d'urane il n'obtint aucune fluorescence. De même il ne reconnut point aux autres dissolutions susmentionnées la propriété qui leur avait été attribuée, sauf pour le sulfate de quinine qui donne en effet une belle fluorescence bleue.

M. Seelhorst a étudié également à ce même point de vue un grand nombre de dissolutions alcooliques et aqueuses, soit en opérant sur des tubes à gaz raréfiés entourés d'un second tube plein de liquide fluorescent, soit plutôt en plongeant un tube de Geissler ordinaire dans un vase contenant ce liquide. Le semen daturæ stramonii, en particulier, lui a donné une superbe fluorescence d'un vert très-intense, laquelle est limitée, dans le cas d'une dissolution concentrée, à la couche de liquide immédiatement en contact avec le tube électrique ; dans le cas d'une dissolution plus étendue le liquide entier devient fluorescent en prenant l'aspect d'un brouillard vert. On obtient le même effet avec une dissolution de quinine, seulement la fluorescence est d'un beau bleu. La teinture de gayak donne une belle fluorescence bleu foncé ; le bois de quassia et la coque du marron d'Inde une bleue verdâtre, l'aloës et la racine d'ellébore donnent une faible fluorescence bleue ; l'on produit aussi le même phénomène à un haut degré d'intensité avec le pétrole, ainsi qu'avec la dissolution brune qu'on obtient en traitant de la suie par l'alcool, ou encore avec une dissolution de houille ou de goudron dans de la benzine. En résumé voici les substances qui donnent l'effet le plus marqué.

Tinct. rad. curcumæ,	vert jaunâtre.
« *sem. daturæ,*	bleu intense.
« *guajaci,*	bleu foncé.
« *ligni quassiæ,*	bleu clair.
« *cortici aesculi,*	bleu verdâtre.
Pétrole,	bleu clair.
Suie traitée par l'alcool,	bleu verdâtre.
Sulfate de quinine acide,	bleu clair.

Dans aucun cas la fluorescence n'est rouge, elle est toujours dans les teintes comprises entre le bleu et le vert. Les autres substances étudiées par l'auteur, et elles sont en très-grand nombre, n'ont pas donné le moindre effet. E. S.

CHIMIE.

P. Schützenberger. Sur un nouvel acide du soufre. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, séance du 19 juillet 1869.)

Le zinc se dissout dans une solution d'acide sulfureux, sans dégagement d'hydrogène, et donne naissance à l'hyposulfite de zinc. Mais la formation de ce sel n'est pas immédiate. Au premier moment, il se forme une dissolution jaune qui décolore énergiquement l'indigo et la teinture de tournesol. Mais peu à peu la coloration disparaît, ainsi que le pouvoir décolorant, à mesure que l'hyposulfite prend naissance.

L'auteur a constaté que ce pouvoir décolorant ne résulte point d'une oxydation due à la formation d'ozone, comme Schœnbein l'avait supposé, mais au contraire à une réduction, car la couleur de l'indigo ou du tournesol reparaît sous l'influence de l'air. D'ailleurs la liqueur décolorante réduit les sels d'argent et de mercure avec précipitation de ces métaux ; avec le sulfate de cuivre il se précipite de l'hydrure, quelquefois mélangé de cuivre.

Ces réactions sont dues à la formation d'un nouvel acide

du soufre, dont la composition peut être représentée par la formule $S^2 O^5 H^2$, et que l'on peut considérer comme de l'acide sulfureux dans lequel un équivalent d'oxygène est remplacé par un équivalent d'hydrogène. Sa formation s'explique en admettant que l'eau est décomposée en présence du zinc et de l'acide sulfureux : il se forme du sulfite de zinc et l'hydrogène naissant réagit sur une autre portion d'acide sulfureux pour donner naissance au nouvel acide, que l'auteur propose d'appeler *acide hydrosulfureux*. Cette réaction est exprimée par la formule :

$$2\,S^2 O^4 + Zn + 2\,H^2 O = S^2 O^4, 2\,Zn\,O + S^2 O^5 H^2, H^2 O.$$

Mais, dans cette réaction, l'acide nouveau restant libre n'a aucune stabilité ; il ne peut se conserver, encore moins être isolé.

Pour obtenir un produit plus stable, l'auteur remplace l'acide sulfureux par le bisulfite de soude. La réaction est la même, mais on obtient un hydrosulfite de soude que l'on peut isoler. Pour cela, on mélange la liqueur avec de l'alcool ; il se forme de suite un premier dépôt cristallin, adhérent aux parois, principalement formé de sulfite double de zinc et de sodium ; puis le liquide alcoolique clair se remplit de fines aiguilles incolores du nouveau sel qu'on peut recueillir à part et dessécher rapidement dans le vide.

A l'état sec, il se conserve bien, mais au contact de l'eau, dans lequel il est très-soluble, il s'échauffe rapidement en absorbant l'oxygène de l'air, et se transforme en bisulfite de soude.

L'hydrosulfite de soude se forme également sous l'influence des autres métaux qui décomposent l'eau en présence des acides (fer, manganèse, magnésium). Il prend également naissance au pôle négatif lorsqu'on électrolyse une dissolution de bisulfite de soude.

D. Forbes. Recherches chimiques sur le jargon oriental. (*Chemic News*, XIX, p. 277.)

M. Sorby avait annoncé, il y a quelques mois, l'existence de deux nouveaux éléments trouvés par lui dans le zircon incolore de Ceylan. Ces corps se reconnaissaient spectroscopiquement par des bandes d'absorption très-caractéristiques.

M. Forbes vient de faire une étude chimique des zircons sur lesquels M. Sorby avait opéré. Le minéral attaqué par un mélange de carbonate de soude et de soude caustique a laissé une masse qui a été traitée par l'eau froide jusqu'à épuisement. Le résidu était entièrement soluble dans l'acide chlorhydrique, et la dissolution colorée en jaune contenait évidemment du fer.

Cette dissolution concentrée par l'évaporation fut mise en digestion avec de l'acide chlorhydrique de 1.138 de densité, jusqu'à ce que l'acide cessât de se colorer en jaune. Le chlorure de zirconium resta sous forme d'un sel blanc cristallin entièrement soluble dans l'eau. La zircone que l'on en retira formait les 46.12 pour cent du poids du minéral. La dissolution chlorhydrique jaune renfermait une terre nouvelle qu'il s'agissait de séparer du fer. Pour cela, elle fut neutralisée par de l'ammoniaque qui y produisit un précipité floconneux jaunâtre. L'addition d'acide tartrique amena la redissolution partielle de ce précipité. La portion non dissoute, lavée et calcinée constituait une poudre blanche qui ne ressemblait pas à la zircone, et dont les réactions spectroscopiques étaient celles du *jargonium* de M. Sorby. La liqueur tartrique resta claire par l'addition d'ammoniaque; mais le sulfure d'ammonium en précipita du sulfure de fer qui fut séparé. La liqueur filtrée, évaporée et chauffée au blanc, laissa une terre légèrement grise, que M. Sorby considère comme formée essentiellement d'oxyde de jargonium avec une trace de zircone, et peut-être d'une troisième terre dont la perle avec

le borax possède des caractères particuliers. L'oxyde de jargonium représenterait les 19.16 centièmes du poids du minéral. M. D.

VOGELSANG. RECHERCHES SUR LA NATURE CHIMIQUE DES LIQUIDES RENFERMÉS DANS LES CRISTAUX DE QUARTZ. (*Verhandl. der Natur. hist. Verein des pr. Rheinland. und Westphalens*, XXV, p. 77, 1868.)

MM. Vogelsang et Geissler ont entrepris quelques recherches pour arriver à connaître la nature chimique des liquides volatils emprisonnés dans les cristaux de quartz.

Une petite cornue renfermant le quartz à étudier a été reliée d'une manière hermétique à un tube de Geissler, lequel était mis en communication avec une pompe de Geissler. Le vide a été fait jusqu'à ce qu'il n'y ait plus transmission de courant, et alors on a chauffé la cornue, les morceaux de quartz ont décrépité et le gaz dégagé a été examiné par les procédés spectroscopiques.

Les échantillons étudiés étaient de deux provenances différentes. Les uns, de Ceylan probablement, contenaient un grand nombre de cavités à liquide qui atteignaient rarement le diamètre de 0.1 millim.

Le liquide fortement réfringent disparaissait par l'application de la chaleur et se condensait de nouveau par le refroidissement. L'analyse spectrale a montré qu'il consiste en acide carbonique occupant à l'état de gaz un volume suffisant pour que, remplissant un espace de 500 centim. cubes, il exerçât une pression de plusieurs millimètres. Ce gaz troublait manifestement l'eau de chaux. Des échantillons de Poreta, près Bologne, ont donné les mêmes résultats avec apparition sensible des lignes spectrales de l'hydrogène.

M. D.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

H. Grenacher. Zur Anatomie, etc. De l'anatomie du genre Gordius. (*Zeitschr. für wiss. Zoologie*, XVIII, page 322, avec deux planches.)

Les singuliers résultats obtenus par M. Meissner, à la suite de ses recherches anatomiques sur les Gordiacés, ont en partie provoqué l'expression de doutes énergiques de la part de divers savants. Le travail consciencieux de M. Grenacher doit donc être le bienvenu pour tous. L'auteur a pris pour objet de ses dissections de grosses espèces tropicales, et il a vérifié l'exactitude des résultats obtenus sur le *Gordius subbifurcus* d'Europe.

On peut distinguer avec M. Schneider, dans la peau de tous les vrais Nématodes, deux couches, l'une interne et cellulaire, reposant directement sur les muscles, la couche sous-cutanée, et l'autre externe, la cuticule, sécrétée par la première. Les deux couches se retrouvent exactement les mêmes chez les Gordiacés ; mais M. Meissner en avait entièrement méconnu la nature. Il considérait la couche sous-cutanée comme étant en relation directe avec la musculature et lui donnait le nom de périmysium. Quant à la cuticule, elle est formée de deux lames dont la plus interne était considérée, par M. Meissner, comme un corium fibrillaire, et l'externe comme un épiderme de nature cellulaire.

Une dépendance immédiate de la peau est l'organe que M. Meissner a décrit comme *cordon nerveux ventral*. M. Schneider fut plus tard mieux inspiré en cherchant dans ce cordon un homologue de la ligne ventrale des Nématodes. Toutefois dans sa monographie des Nématodes, il abandonne cette manière de voir et considère le cordon en question comme un œsophage dépourvu de toute communication avec l'intestin, c'est-à-dire comme un équivalent morphologique d'un œsophage, ne remplissant point les fonctions

attachées d'ordinaire à cette expression dans l'esprit de chacun. Il ne présente, en effet, pas de bouche en avant et pas de communication avec l'intestin en arrière. Cette interprétation est énergiquement combattue par M. Grenacher. Cet observateur revient à l'idée première de M. Schneider et considère le prétendu cordon nerveux comme un homologue de la ligne ventrale des Nématodes. Il montre en outre, par une série de coupes très-concluantes, que cet organe est une véritable excroissance de la couche sous-cutanée. Une mince fente du manchon musculaire, le long de la ligne ventrale, laisse passer une lame qui établit la continuité de tissu entre la couche sous-cutanée et le cordon ventral.

La musculature du corps des Gordius forme à l'intérieur de la couche sous-cutanée un manchon cylindrique, interrompu seulement le long de la génératrice ventrale du cylindre par la fente à travers laquelle le cordon ventral communique avec la couche sous-cutanée. Ce manchon est composé de lames que M. Schneider assimile aux fibrilles des autres Nématodes. M. Grenacher considère au contraire chaque lame comme une cellule musculaire, homologue à celles des Polymyaires. Ces lames ne sont en effet point solides, mais constituent chacune un tube, à calibre, il est vrai, fort étroit. Le calibre est directement comparable à la masse médullaire des muscles chez les autres Nématodes. L'auteur n'a pourtant point réussi a trouver le nucléus de ces cellules musculaires.

Le boyau formé par les différentes couches de la paroi du corps que nous venons de considérer, est rempli par un tissu cellulaire dans lequel les autres organes sont plongés. Ce tissu est désigné par M. Grenacher, sous le nom de *substance connective périentérique*. C'est lui que M. Meissner, par une interprétation bizarre, faisait fonctionner comme canal intestinal. Il admettait en effet que la bouche conduit directement dans la cavité remplie par ce tissu, de sorte que les organes génitaux auraient été logés dans un canal intes-

tinal solide remplissant tout le corps. M. Schneider a déjà rejeté cette interprétation bizarre ; mais il considère le tissu périentérique comme une dépendance du tissu musculaire dont il représenterait la substance médullaire extraordinairement développée.

On admet généralement que les Gordiacés sont dépourvus d'organes reproducteurs internes, aussi longtemps qu'il mènent la vie de parasites. Cela peut être vrai des Mermis, mais quant à ce qui concerne les Gordius, M. Grenacher montre que leurs organes générateurs sont déjà entièrement développés pendant la phase de parasitisme. Il n'est pas vrai non plus que chez ces animaux l'intestin se termine en cul-de-sac, et qu'il n'existe aucune ouverture jouant le rôle d'anus. Chez les femelles l'intestin s'ouvre dans l'utérus immédiatement en avant du pore sexuel, de telle sorte que ce dernier est en réalité l'ouverture d'un cloaque. L'utérus ne tarde d'ailleurs pas à se diviser en trois canaux, dont deux latéraux, qui sont les oviductes, et un médian, qui est la continuation directe de l'utérus, mais qui joue le rôle de réceptacle de la semence. Chez les mâles il existe également un cloaque sous la forme d'un sac, présentant trois ouvertures, l'une supérieure et médiane, conduisant dans l'intestin, les deux autres inférieures et latérales, correspondant aux canaux déférents.

Les données, si variables suivant les auteurs, relatives au système digestif des Gordiacés, trouvent leur explication dans les faits suivants constatés par l'auteur. Aussi longtemps qu'ils vivent en parasites, les Gordius présentent une bouche distincte, conduisant directement dans un canal intestinal tapissé d'épithélium. Mais à l'époque de la migration, ou immédiatement auparavant, la bouche paraît s'oblitérer chez la plupart des espèces. Elle disparaît alors entièrement ou ne subsiste plus que comme une trace à peine perceptible ; la partie antérieure du canal intestinal semble aussi s'atrophier, et la place qu'elle occupait auparavant est désor-

mais remplie par le tissu périentérique. Ces modifications remarquables avaient été déjà pressenties par M. Blanchard. En 1849 il s'exprimait de la manière suivante : « Nous remarquons chez les Gordius, au moins dans les adultes, l'atrophie du canal intestinal. Ceci suffit jusqu'à un certain point pour séparer les Gordiacés des Nématoïdes ; et cependant nous ne sommes pas en mesure de décrire nettement le tube digestif d'un seul Gordiacé, car il faudrait l'avoir observé aux divers âges de la vie de l'animal. »

La plupart des zoologistes ont rapproché, durant ces dernières années, les Gordius des Nématodes. Diesing a formé sous le nom de *Nematoda aprocta* un groupe comprenant les Mermis, les Gordius et les Sphærulaires. Le nom proposé par le savant Viennois ne peut en aucun cas subsister : d'une part, en effet, l'absence d'anus, vraie peut-être pour les Mermis et les Sphérulaires ne saurait plus être soutenue pour les Gordius ; d'autre part nous connaissons aujourd'hui de vrais Nématodes paraissant dépourvus de toute ouverture anale (Ichthyonema). Les résultats obtenus par M. Grenacher semblent éloigner beaucoup plus qu'on ne l'admet en général le genre Gordius, soit des Nématodes proprement dits, soit des Mermis. M. Schneider a déja relevé un certain nombre de caractères différentiels. Il faut y ajouter aujourd'hui l'existence d'un cloaque chez les deux sexes pour les Gordius, chez le sexe mâle seulement pour les Nématodes ; puis l'existence chez les Gordius de ce tissu connectif périentérique dans le parenchyme duquel les organes internes sont logés et fixés. M. Grenacher en conclut qu'il faut séparer, plus qu'on ne le fait, les Gordius soit des Mermis, soit des Nématodes proprement dits, et rapprocher au contraire les Mermis de ces derniers. E. C.

Claus. Beitræge, etc. Contributions a la connaissance des Ostracodes : développement des Cypris. (*Schriften der Ges. z. Beförderung der ges. Naturwiss. in Marburg*, IX, 1868, p. 151.)

Les premières observations relatives au développement des Ostracodes sont dues à M. Zenker. Ce savant reconnut que les Cythérides sont déjà munis à leur naissance de leurs deux paires d'antennes et de leurs deux paires de mâchoires, mais que leur abdomen encore peu développé ne porte que trois petits appendices en place des extrémités futures. En 1865, M. Claus publia quelques observations sur les larves des Ostracodes d'eau douce, les Cypris. Aujourd'hui, il complète ce sujet par la description de toutes les phases de développement de deux autres espèces du genre Cypris.

A l'opposé des Cythérides qui, à leur naissance, offrent un degré de développement très-avancé, les jeunes Ostracodes d'eau douce ne possèdent, au moment où ils quittent l'œuf, que les trois paires antérieures d'extrémités, comme les nauplius des Copépodes et des Cirripèdes. Ils se distinguent, il est vrai, de ces derniers par l'existence d'une coquille bivalve qui les protége, et par la forme des extrémités dont les deux premières paires, tout au moins, offrent déjà les grands traits de la forme des extrémités correspondantes chez les adultes. Néanmoins on est en droit de considérer, au point de vue morphologique, les jeunes Cypris comme des Nauplius, d'autant plus que la troisième paire d'extrémités revêt chez ces petits êtres, quant à la forme et à la fonction, les particularités propres à cette forme larvaire. Comme chez les autres nauplius, en effet, la troisième paire d'extrémités, correspondant à ce qui sera plus tard la mandibule, ne remplit point les fonctions de mâchoires, mais bien celle d'organes locomoteurs. Ce sont des pieds reptateurs, triarticulés, dont la pointe se termine par une forte soie recourbée en

croc. De même que chez d'autres larves de Copépodes un peu plus âgées, la mandibule bourgeonne comme processus masticateur à la base de cette extrémité, de même aussi le pied reptateur des larves de Cypris offre à sa base une apophyse crénelée qui, à la première mue, se transforme en mandibule.

Les larves de Cypris passent par un grand nombre de phases avant d'arriver à leur forme définitive et à maturité sexuelle. M Claus énumère neuf de ces phases, séparées les unes des autres par une mue complète et le changement de coquille. Le caractère le plus saillant de la seconde phase, c'est le bourgeonnement des mandibules dont nous venons de parler, accompagné de la métamorphose du pied locomoteur de la phase précédente en palpe mandibulaire. A cette même époque de la vie apparaissent les rudiments des maxilles et de la première paire de pieds locomoteurs définitifs. Les pieds-mâchoires (maxilles de la seconde paire) apparaissent à la quatrième phase, plus tard, par conséquent, que la première paire de pieds qui vient pourtant après eux dans l'ordre de succession des appendices. Durant la cinquième phase, les pieds-mâchoires jouent le rôle de pieds locomoteurs et se terminent par une forte soie crochue. Dans toutes les phases de développement, il existe une paire de fortes soies terminales postérieures. Chose singulière, la position et l'insertion de cette soie se modifie dans le cours du développement. Elle est portée dans le principe par le pied mandibulaire, puis par le premier rudiment de pied, puis par le pied-mâchoire, puis enfin par le pied locomoteur de la première paire. La paire de pieds locomoteurs postérieure apparaît à la sixième phase. A la septième, toutes les extrémités ont acquis à peu près leur forme définitive. C'est l'époque où apparaissent les premiers rudiments des organes générateurs : cependant la différenciation sexuelle ne se manifeste que dans la huitième phase. L'abdomen soit post-abdomen apparaît à la cinquième phase sous une forme parfaitement sem-

blable à celle des rudiments d'extrémités. C'est aussi l'époque où les canaux hépatiques croissent et descendent dans la coquille. E. C.

Th.-Wilh. Engelmann. Ueber die Endigungen, etc. Sur les terminaisons des nerfs du goût dans la langue des grenouilles. (*Zeitschr. für wiss. Zoologie*, XVIII, 1868, p. 142.) — Lionel Beale. New Observations, etc. Nouvelles observations sur la structure des papilles de la langue chez les grenouilles. (*Quarterly Journ. of microsc. Science*, January 1869, p. 1.)

Nous avons signalé avec plaisir [1] l'identité des résultats obtenus d'une manière entièrement indépendante par M. C. Lovén et M. Schwalbe relativement à la structure des terminaisons nerveuses dans les papilles de la langue des mammifères. A peu près à la même époque où ces savants s'occupaient de ces recherches, deux autres observateurs, M. Th.-W. Engelmann et M. Lionel Beale étudiaient les terminaisons des nerfs dans les papilles fongiformes de la langue des grenouilles. Cette fois nous n'avons malheureusement plus à constater de concordance importante dans les résultats obtenus. L'école histologique anglaise et l'école allemande cheminent côte à côte avec des traditions différentes, une nomenclature différente et des procédés également divers. C'est là sans doute une des sources de divergences : la tradition et l'interprétation, quelquefois un peu arbitraire, jouant encore un rôle trop important dans l'étude des détails les plus fins de structure.

La langue des grenouilles a déjà été étudiée par différents observateurs au point de vue de la terminaison des nerfs. Le travail le plus important est celui de M. Axel Key qui établit l'existence dans l'épithélium des papilles d'éléments

[1] Voyez *Archives des Sciences physiques et naturelles*, juillet 1869.

cellulaires particuliers auxquels il donne le nom de cellules gustatives, éléments dont chacun recevrait une fibre nerveuse. Aujourd'hui M. Engelmann distingue dans l'épithélium des papilles trois sortes d'éléments : les cellules caliciformes (*Kelchzellen*), les cylindriques et les ramifiées (*Gabelzellen*). Les premières qui avaient d'ailleurs déjà été entrevues par M. Key sont des modifications de l'épithélium auxquelles M. Engelmann ne reconnaît aucune liaison directe avec les nerfs. Il en est de même des cellules cylindriques, mais ce sont pourtant précisément celles-là que M. Key a représentées comme étant en continuité de tissu avec les fibres nerveuses. Les cellules ramifiées sont disséminées entre les précédentes et présentent à leur extrémité centrale plusieurs rameaux principaux qui se divisent dichotomiquement en ramuscules secondaires. Ces cellules sont pour M. Engelmann les terminaisons des nerfs du goût. La question difficile de l'union de ces cellules par leurs rameaux délicats avec les fibres nerveuses est résolue par lui d'une manière affirmative.

M. Beale reconnaît, comme tous les autres observateurs, au sommet des papilles un épithélium qui se distingue de celui du reste de la langue par l'absence de cils vibratils. Mais nous ne trouvons rien dans sa description qui rappelle les différentes formes de cellules admises par M. Engelmann. Il représente d'ailleurs ces cellules comme formant une masse compacte dont les différents éléments ne sont guères faciles à séparer les uns des autres. Il existe depuis quelques années chez les histologistes allemands une grande propension à chercher et à trouver une connexion entre les fibres nerveuses et certains éléments épithéliaux dans des organes divers. Les histologistes anglais ont une propension tout aussi grande à nier cette connexion. Théoriquement, la différence d'interprétation n'est peut-être pas aussi profonde qu'elle le semble au premier abord. Pour M. Beale, le sommet des papilles n'est pas recouvert par un véritable épithélium, mais bien par une couche *sui generis* dans laquelle sont

disséminés de gros nucléus. Les fibres nerveuses viennent former, selon lui, tout un réseau dans la substance inter-nucléaire. Mais il ne faut pas oublier que pour les histologistes allemands cette substance inter-nucléaire constitue en réalité le corps des cellules épithéliales. Les histologistes allemands et les anglais, bien que nous présentant des interprétations totalement différentes, arrivent cependant en définitive à ce résultat que les terminaisons nerveuses se perdent dans la substance qui entoure immédiatement certains nucléus périphériques. E. C.

C. Lovén. Om en merklig, etc. Sur une espèce remarquable d'éponges vivant dans la mer du Nord. (*Kongl. Vetensk.-Akademiens Förhandlingar*. Stockholm, 1868, p. 105, avec une pl.) — Dr Claus. Sur l'Euplectella Aspergillum. (*Ueber Euplectella Aspergillum, ein Beitrag zur Naturgeschichte der Kieselschwämme*, in-4°. Marburg u. Leipzig, 1868.)

Ces êtres d'apparence si élégante auxquels la science attribue le nom d'Hyalonema ont donné lieu depuis de longues années à des débats sans cesse renaissants. Dans cette vive controverse, nous voyons figurer des noms hautement estimés dans la science, ainsi ceux de J.-E. Gray, Ehrenberg, Valenciennes, Brandt, A. von Nordmann, Max Schultze, Bowerbank, Wyville Thomson, Barbosa du Bocage. Rappelons brièvement les éléments principaux de cette discussion.

Les Hyalonema qu'on connaît aujourd'hui dans l'Océan Atlantique, près des côtes du Portugal et dans le golfe du Mexique, étaient tirés, jusqu'il y a peu d'années, du Japon seulement, comme des objets rares et d'un grand prix. On savait qu'ils vivent à de grandes profondeurs et qu'ils sont utilisés par des Japonais comme des ornements précieux. La plupart des exemplaires parvenus en Europe étaient formés d'une sorte de bulbe surmonté d'un panache siliceux. Ce pa-

nache était le plus souvent recouvert en partie par un zoophyte du genre *Palythoa* Lamouroux. Cette circonstance a dès l'origine donné lieu à des méprises. M. Gray, qui a écrit un grand nombre de mémoires sur le sujet, voit dans l'Hyalonema un corps composé de deux organismes distincts. La forme principale est à ses yeux le zoophyte, et le panache formé de longues aiguilles siliceuses constituerait en quelque sorte son axe qui serait alors comparable à celui des Gorgones ou des Pennatules. En revanche le bulbe constituerait un organisme entièrement étranger au polype. Ce dernier vivrait planté dans une position verticale dans ce bulbe, à peu près comme un Pagure vit dans une coquille de gastéropode. Par suite de cette manière de voir, M. Gray exclut les Hyalonema de la classe des éponges pour les placer parmi les Zoanthaires, et il en forme deux genres d'après le nombre des tentacules des polypes, savoir les Hyalonema et les Hyalothrix. M. Brandt considère aussi les Palythoa comme l'animal principal, avec un axe cylindrique formé de fibres siliceuses tordues en spirale; mais il tient le bulbe pour un parasite qui, peu à peu, tue et détruit les polypes. Nordmann a accepté cette manière de voir à laquelle s'est aussi rangé M. Barbosa du Bocage après examen du *Hyalonema lusitanicum*, rapporté par les pêcheurs de Sétubal.

D'autre part, Valenciennes avait exprimé, il y a longtemps déjà, l'opinion que les Hyalonema sont des éponges. Bowerbank s'est prononcé dans le même sens, en ajoutant que le panache n'est que le squelette d'un système cloacal en forme de colonne; que les Palythoa constituent la peau de l'éponge, et enfin que les polypes ne sont que les ouvertures d'égestion (oscules dans la nomenclature de Bowerbank). La lumière a commencé à se faire par le magnifique travail de M. Max Schultze sur le sujet qui nous occupe. Il a distingué la masse principale de l'organisme, qui est une véritable éponge, d'une part, et les polypes du genre Palythoa, d'autre part, qui vivent en parasites à sa surface, et dans lesquels il dé-

montre l'existence d'organes urticants. Il montra que le bulbe appartient à l'éponge aussi bien que le panache, et que lorsque ce bulbe fait défaut, c'est qu'il a été arraché violemment ou que l'animal était mort. Les auteurs les plus récents, tels que Thomson, Leidy et E. de Martens se rangent à cette manière de voir, qui paraît établie d'une manière définitive [1].

Cependant les Hyalonema paraissent destinés et être compris perpétuellement à rebours, car même le mémoire de M. Max Schultz renferme une erreur capitale. Il considère le bulbe comme la partie basale de l'éponge, le panache comme sa partie terminale. Il y aurait pourtant une autre manière d'envisager cet organisme. On pourrait penser que le bulbe forme le sommet de l'Hyalonema, tandis que le panache ne serait qu'un pédoncule arraché violemment du sol par les engins des pêcheurs. M. Lovén vient de montrer que cette manière de voir est seule exacte. Il a trouvé au musée de Stockholm un spongiaire pêché depuis longtemps sur les côtes de Finmarck. Ce spongiaire n'avait pas attiré jusqu'ici l'attention à cause de sa petitesse. Il est composé d'une tête, soit corps, long de 13 millimètres seulement, et d'un pédoncule long de 39 millimètres. Cet être, sauf de légères différences spécifiques et son extrême petitesse, présente une structure parfaitement semblable à celle des Hyalonema du Japon et du Portugal, seulement le prétendu panache est un simple pédoncule de fixation, rôle qu'il remplit sans doute aussi chez ses congénères gigantesques. Le sommet du bulbe présente une large ouverture qui est l'ouverture d'égestion. La seule particularité différentielle qui puisse paraître de quelque importance, c'est l'absence chez l'Hyalonema du Nord des amphidisques si développés chez les autres espèces. Cette différence n'est sans doute pas aussi importante qu'elle en a l'air : le rôle des amphidisques chez les Hyalonema,

[1] Rappelons aussi pour mémoire la singulière opinion de M. Ehrenberg, d'après laquelle les Hyalonema seraient avant tout une œuvre d'industrie japonaise.

ainsi que chez les Halichondries, où on les retrouve moins développés, n'a pas, il est vrai, été étudié jusqu'ici : mais chez les Spongilles, aujourd'hui si bien connues, grâce aux recherches de MM. Lieberkühn et Bowerbank, nous savons que les amphidisques protègent les gemmules, et sont, par conséquent, intimément liés aux fonctions de reproduction. Chez le *Hyalonema boreale* Lovén, l'absence des amphidisques ne doit point surprendre puisque le seul individu de cette espèce, jusqu'ici connu, paraît être un individu jeune, non encore en état de se reproduire.

Les Hyalonema ne sont pas seuls à avoir été saisis à rebours. La même chose paraît être arrivée à d'autres spongiaires, les Euplectella, bien différents des Hyalonema, et les dépassant encore par l'extrême élégance de leur squelette siliceux. Les belles photographies qui accompagnent le livre de M. Claus nous fait connaître ces êtres comme l'un des produits les plus élégants de la nature.

Les Euplectella proviennent des mers de la Chine (Philippines, Moluques) et de l'Océan indien (Séchelles). Jusqu'ici un petit nombre de musées seulement pouvaient se vanter de posséder cette rareté zoologique. Cependant M. Claus vient d'avoir la bonne fortune d'en étudier onze exemplaires, et d'un autre côté M. Semper paraît en avoir rapporté une quinzaine de ses voyages. L'*E. Aspergillum*, étudiée par M. Claus, a la forme d'un cylindre plus ou moins fléchi, qui s'atténue à l'une des extrémités pour se terminer en un panache de fibres siliceuses. Ce panache a été considéré par M. Owen et ses successeurs comme le sommet de l'organisme. Toutefois M. Claus montre qu'il en constitue réellement la base à l'aide de laquelle le spongiaire est fixé au fond de la mer. L'extrémité opposée du cylindre est fermée par une plaque en forme de verre de montre, percée à jour comme un crible par une multitude de petites ouvertures. La paroi du cylindre est formée par un treillage élégant de trabécules et de fibres transparentes comme du verre. La manière

d'envisager ce bel organisme est sujette à variation. M. Max Schultze considère les mailles du réseau de fibres siliceuses de la paroi comme correspondant aux ouvertures d'égestion qui communiquent avec l'intérieur de l'éponge. M. Bowerbank attribue ce rôle seulement aux trous de la lame terminale en forme de crible. Le premier de ces auteurs considère évidemment l'Euplectella comme une éponge polyzoïque, comparable aux Hyalonema; le second, au contraire, comme une éponge monozoïque, comparable au *Sycon ciliatum*, dans laquelle, il est vrai, le cloaque unique serait remplacé par un amas d'oscules. Cette seconde manière de voir semble préférable à M. Claus à cause de l'existence, au centre du cylindre, d'une large cavité tubulaire qui n'est traversée par aucune partie du squelette. Cette cavité forme certainement un tout unique, puisqu'on y trouve dans la règle des crustacés appartenant aux genres Æga et Palémon. Il est difficile de dire si ces crustacés vivent en parasites des sucs de l'éponge ou si ce ne sont que des hôtes comparables aux Pinnotheres dans les Modioles. Dans tous les cas ces crustacés, munis d'organes des sens normaux et d'appendices locomoteurs et respiratoires, ne sauraient vivre que dans une large cavité où ils puissent librement se mouvoir. Or, si les Euplectella sont des éponges monozoïques, comparables aux éponges simples à squelette calcaire, les homologies demandent, selon M. Claus, que les mailles de la paroi du cylindre correspondent aux ouvertures d'ingestion et celles du crible terminal aux ouvertures d'égestion.

Nous sommes obligés de renvoyer au mémoire de M. Claus pour l'étude des formes si multiples des aiguilles siliceuses chez les Euplectella; nous nous permettrons seulement une remarque à propos des réseaux siliceux qui forment la base du squelette. Les spicules sont ici réunis les uns aux autres par un dépôt stratifié de silice, de même que chez certaines Halichondries, les spicules sont noyés dans une enveloppe commune et stratifiée de substance cornée, soit spongine. Le

rôle joué par la spongine chez les Halichondries est donc rempli chez les Euplectella par la silice même. E. C.

M. Sars. Fortsatte Bemærkninger, etc. Suite des remarques relatives a l'extension de la vie animale dans les profondeurs de la mer. (*Vidensk. Selskabets Forhandlinger for 1868 i Christiania.*) — Will. Carpenter. Preliminary Report, etc. Rapport préliminaire sur les opérations de dragage opérées au nord des îles britanniques par le vapeur de S. M. le Lightning. (*Proceed. of the royal Society*, n° 107, 1868.) — Pourtalès. Contributions, etc. Sur la faune du gulf-stream a de grandes profondeurs. (*Bulletin of the Museum of comparative Anatomy.* Cambridge, 1868, p. 103.)

Longtemps une opinion fort erronée a régné dans la science au sujet du développement de la vie animale dans les profondeurs de la mer. Cette opinion était basée sur les recherches d'Edward Forbes qui croyait s'être convaincu qu'à une profondeur de 300 brasses (548 mètres) la vie animale devait être réduite à 0. Cette doctrine ne tarda pas à être ébranlée. L'expédition de sir James Ross dans l'Océan antarctique rencontra des animaux nombreux et variés dans des sondages à 270 et à 400 brasses. En 1845, Harry Goodsir, le malheureux compagnon de sir John Franklin, retira dans le détroit de Davis, d'une profondeur de 300 brasses, des Mollusques, des Crustacés, des Astérides, des Spatangues, des Corallines, etc. En 1855, Bailey, de West-Point, poussa, à l'aide de sondes perfectionnées, ses recherches jusqu'à 1080 et 2000 brasses : il obtint des Foraminifères (Globigérines et Orbulines), des Polycystines et des spicules d'éponges. Il fut le premier à se convaincre que le sol de l'Océan atlantique est formé, entre les profondeurs de 60 à 2000 brasses, presque uniquement par des coquilles microscopiques. Il com-

para sans hésiter ce dépôt à la craie d'Angleterre et aux marnes calcaires du Missouri supérieur. Ses conclusions ont été confirmées par M. Huxley. Ce savant a trouvé le sol de l'Atlantique, entre les profondeurs de 1700 et de 2400 brasses, composé de 85 pour cent de Globigérines, de 5 pour cent d'autres Foraminifères; le 10 pour cent restant étant formé par des organismes siliceux (Diatomées et Polycystines), des fragments minéraux et de très-petits corps ovalaires connus aujourd'hui sous le nom de Coccolithes. Pendant ce temps, M. Sars organisait, sur les côtes de Norwége, un système de sondage et de pêche à grande profondeur, dont les résultats furent considérables. En 1860, le voyage du *Bull-Dog* offrait à M. Wallich l'occasion d'étudier la vie animale dans l'Atlantique jusqu'à une profondeur de 2000 brasses, et ce savant en rapportait des types appartenant aux classes les plus diverses. Un an plus tard, les réparations faites au câble télégraphique entre la Sardaigne et Alger permettaient à M. Alphonse Milne Edwards d'étudier des polypes et des mollusques vivant à une profondeur de 2000 à 2800 mètres. Quelques-unes de ces espèces étaient entièrement nouvelles, d'autres n'étaient connues qu'à l'état fossile dans les terrains tertiaires du bassin méditerranéen.

La mythe de l'extinction de la vie animale dans la profondeur des mers a donc cessé d'avoir droit de bourgeoisie dans la science. Toute recherche concernant ces faunes si difficiles à atteindre n'en conserve pas moins un haut intérêt. Il est intéressant de voir aujourd'hui trois pays : la Norwége, l'Angleterre et les États-Unis, favoriser presque simultanément des travaux considérables relatifs à l'étude de la faune des grandes profondeurs.

En Norwége, les recherches nouvelles ont été faites comme les précédentes sous la direction de M. le professeur Sars. Elles se sont cette fois bornées à une profondeur de 200 à 300, rarement 450 brasses. L'appareil employé est une espèce

de petite drague de l'invention de M. G.-O. Sars. L'ensemble des recherches du savant norwégien a porté le nombre des espèces norwégiennes vivant entre 200 et 300 brasses à 427, se répartissant comme suit : 73 Protozoaires, 22 Cœlentérés, 36 Echinodermes, 57 Vers, 133 Mollusques, 106 Arthropodes. Nous ne parlons pas des poissons dont les moyens de locomotion sont puissants et dont les limites supérieures et inférieures sont difficiles à déterminer.

L'amirauté anglaise a confié la direction des sondages à grande profondeur à M. William Carpenter, assisté de M. Wyille Thomson. Le *Lightning*, le bâtiment assigné à ces recherches, était muni de tous les appareils nécessaires, en particulier d'un *donkey engine*. Pour de très-grandes profondeurs, on employait la sonde de Fitzgerald. Cet appareil entraîne un poids de 56 ou de 112 livres qui se détache de lui-même en atteignant le sol de manière à ce que la sonde, légère par elle-même, puisse être ramenée sans difficulté, après avoir enfermé dans une boîte en forme de coin un spécimen du sol touché. Le *Lightning*, parti de Stornoway, est resté quatre semaines en mer dans les mois d'août et septembre 1868. Durant cette période il n'y eut que neuf jours propres à draguer en plein océan. La région explorée s'étend de l'Écosse jusqu'aux îles Feroë. Le catalogue complet des nombreuses espèces observées sera bientôt publié.

En Amérique, grâce aux soins de feu le professeur Bache, sur-intendant du Coast-Survey, la nature du sol de la mer est fort bien connue depuis le rivage jusqu'à la limite externe du Gulf-Stream. Mais, si nous laissons de côté les investigations de M. Stimpson sur les côtes de la Nouvelle-Angleterre, ces recherches n'avaient pas été conduites de manière à faire connaître d'autres organismes que des Foraminifères et des Diatomées. Le successeur actuel de M. Bache dans la direction du Coast-Survey, M. le professeur Peirce, a repris avec ardeur l'étude du Gulf-Stream, inaugurée avec tant de succès

par son prédécesseur, mais interrompue pendant plusieurs années par la guerre. Parmi les nombreux points de vue qui guident ces recherches, celui de la nature et de l'étendue de la faune à différentes profondeurs, n'est pas un des moins intéressants. Ce département a été confié à un observateur zélé, M. le comte de Pourtalès. Nous avons sous les yeux le résultat de ses deux premières campagnes faites en 1867 et 1868. Le champ de recherches comprenait la première fois une section entre Key-West et la Havane, suivant la ligne où a été placé depuis lors un câble sous-marin. L'invasion de la fièvre jaune à bord n'a pas permis de pousser l'opération du dragage aussi loin qu'on l'aurait voulu. La seconde expédition faite dans des conditions plus favorables a permis l'exploration de diverses sections du Gulf-Stream entre la Floride, Cuba et les Bahama.

Ces recherches ont prouvé une fois de plus à satiété que la vie animale existe à de grandes profondeurs et qu'elle y offre autant de diversité et d'abondance que dans les eaux peu profondes.

Voyons maintenant quels sont les résultats généraux auxquels ont conduit ces différentes recherches, en suivant d'abord de plus près M. Sars qui paraît avoir obtenu le plus grand nombre d'espèces.

Les 427 formes animales catalogues par M. Sars forment sans doute une partie importante de la faune de ces grandes profondeurs, considérées il n'y a pas longtemps encore comme désertées par la vie animale ; mais il est certain que cette faune compte un plus grand nombre encore d'espèces à observer. L'embranchement le plus fortement représenté dans ces profondeurs sur les côtes de Norwége, est celui des Mollusques (133 espèces) ; puis vient celui des Arthropodes avec 106 espèces qui, sauf une Arachnide, sont tous des Crustacés ; les Protozoaires qui suivent avec 73 espèces, apparaissent peut-être avec un chiffre trop fort, en ce sens qu'ils ne

comptent que de nombreuses variétés d'un petit nombre de formes typiques; puis viennent les Vers (57 espèces); les Echinodermes (36 espèces), et enfin les OElentérés (22 espèces). Pour ce qui concerne ces derniers, il est à remarquer que les Hydrozoaires n'entrent dans le chiffre 22 que pour une très-faible proportion (2 espèces). Ce groupe paraît être restreint aux zones les plus voisines de la surface, comme cela paraît être le cas pour la grande majorité des animaux soumis à une génération alternante chez lesquels l'une des générations mène une vie plus ou moins pélagique. Cette réflexion de M. Sars que nous croyons très-neuve, est de haute importance. M. Pourtalès ne mentionne également que de rares Hydroïdes dans ses sondages.

Divers auteurs, en particulier M. Keferstein, ont affirmé que les Acéphales conchifères sont plus répandus dans la profondeur que les Céphalophores en général, et les Gastéropodes en particulier. Or les recherches de M. Sars ne sont nullement favorables à cette manière de voir, puisque les Lamellibranches sont représentés dans le catalogue de ce savant par le chiffre de 37 seulement, et les Gastéropodes par celui de 53. M. Pourtalès ne donne pas de liste complète des espèces pêchées par lui, mais, si nous considérons l'ensemble des noms cités dans son rapport, nous trouvons aussi que le nombre des Céphalophores l'emporte notablement sur celui des Lamellibranches. L'auteur le remarque d'ailleurs expressément dans son second rapport. Quant au nombre des *individus*, ce sont les Brachiopodes qui l'emportent soit sur les Lamellibranches, soit sur les Gastéropodes, entre la Floride et Cuba. La drague a rapporté jusqu'à 1200 individus de la *Terebratula cubensis* Pourt, et un peu moins de la *Waldheimia floridana* Pourt.

D'après M. Sars, un grand nombre d'espèces qui nous sont familières comme habitant les eaux peu profondes, loin d'être localisées près de la surface, présentent au contraire une ex-

tension très-considérable en profondeur. L'auteur énumère 46 espèces qui appartiennent aussi bien à la surface qu'à des profondeurs considérables ; en revanche de nombreuses espèces paraissent bien être localisées dans la région profonde, c'est-à-dire au-dessous de 100 brasses.

M. Keferstein a cru pouvoir tirer des sondages faits à une grande profondeur à une époque récente, la conclusion que les animaux sont représentés dans la région profonde par un très-grand nombre d'individus, mais par un petit nombre d'espèces, comme on admet que cela a lieu pour la zone arctique. Cette assertion est positivement contredite par M. Sars pour ce qui concerne les côtes de Norwége.

D'un autre côté M. Lovén se basant sur les recherches de l'expédition suédoise au Spitzberg en 1861, admet que la faune présente le même caractère d'un pôle à l'autre, sous tous les degrés de latitude, au-dessous d'une profondeur de 60 à 80 brasses; cette uniformité de caractère se présenterait tout au moins partout où le sol de la mer est formé par une vase fine. Il semble toutefois difficile d'admettre que la faune des grandes profondeurs présente partout le même caractère. Le fait de l'identité générique d'animaux appartenant à la faune arctique et à la faune antarctique ne saurait guère être exploité dans ce sens. M. Sars trouve, pour ce qui le concerne, à la faune des grandes profondeurs des côtes de Norwége un caractère décidément norwégien. L'assertion de M. Lovén est d'ailleurs contredite par des faits de découverte récente. M. Pourtalès a rencontré deux faunes très-différentes à une profondeur identique sur les côtes de Cuba d'une part et sur celles de la Floride d'autre part, côtes qui ne sont séparées que par un détroit peu large et qui sont baignées par le même courant marin. MM. Carpenter et Thomson ont de leur côté constaté, dans leur expédition, l'existence à peu de milles l'une de l'autre de deux aires également profondes, l'une chaude, l'autre froide (différence d'au moins 15 degrés). Ces

deux aires ont un caractère minéralogique différent et une faune également différente. Ces différences sont dues, d'une part à la direction du courant qui fournit les matériaux, et d'autre part à la température de l'eau apportée par ce courant. La co-existence de ces deux aires entre l'Écosse et les Feröe, conduit M. Carpenter à des réflexions d'importance géologique considérable. Si l'aire froide et l'aire chaude venaient à être soulevées au-dessus du niveau de la mer, elles causeraient un grand embarras aux géologues de l'avenir. Ils reconnaîtraient dans l'aire froide un grès dont la faune peu abondante présenterait un caractère boréal décidé; dans l'aire chaude ils verraient une formation crétacée renfermant, non-seulement une abondance extraordinaire d'éponges, mais encore une grande variété d'autres débris organiques appartenant généralement aux parties chaudes de la région tempérée. Ces deux terrains contigus indiqueraient donc des climats essentiellement différents et pourtant ils seraient en continuité stratigraphique l'un avec l'autre. Ces conditions si diverses résultent de ce que simultanément, à des profondeurs correspondantes et sur de larges aires contiguës, cheminent aujourd'hui, côte à côte, un courant équatorial et un courant polaire. Il est bien permis de se demander si des conditions analogues ne peuvent pas rendre compte des différences profondes qu'on observe parfois entre les faunes de différentes aires d'une même formation géologique. Bien plus un simple changement dans la direction d'un courant ne peut-elle pas avoir rapidement pour résultat l'extinction d'une faune dans une aire déterminée et son remplacement par une faune venant d'une aire voisine ? Ce serait là l'explication des colonies de M. Barrande.

Edward Forbes avait cru observer que les Mollusques pêchés sur les côtes d'Angleterre à une profondeur plus grande que 100 brasses, sont tous blanchâtres ou incolores, même lorsqu'ils appartiennent à des espèces qui, dans des

zones plus superficielles, sont rayées de vives couleurs. Jeffreys s'est déjà élevé avec raison contre cette assertion et toutes les recherches récentes paraissent la contredire. M. Sars reconnaît bien que dans certains cas l'intensité des couleurs paraît diminuer avec la profondeur; mais dans une foule d'autres, les animaux vivant à des profondeurs considérables présentent des couleurs fort vives. Ainsi, M. Sars cite un Ophioscolex chez lequel les individus pêchés à 300 brasses ont le dos d'un rouge aussi vif que les individus pêchés à 40; un Archaster d'un orangé aussi intense à 300 brasses qu'à 30; une Onuphis, à éclat opalin, ornée de deux raies d'un rouge de sang sur le dos, à 300 brasses aussi bien qu'à 50; une Natice d'un rouge-brun clair avec une raie blanche à la suture, à 250 brasses comme à 15, etc. M. Wallich avait déjà fait cette remarque pour les Ophiocomes pêchées à 1260 brasses. Nous lisons dans M. Carpenter que les Astropecten dragués à 500 brasses, frappaient immédiatement par leur brillante couleur orangée, tandis que de petites Annélides, venant d'une profondeur de 650 brasses, présentaient une coloration en rouge ou en vert intense. M. Pourtalès remarque de son côté que les couleurs dominant chez les animaux vivant à une grande profondeur sont le blanc, le rouge, tirant souvent sur l'orangé, et le vert pâle. Le bleu est en revanche rare.

C'en est fait dans tous les cas de la théorie par laquelle M. Oersted cherchait à établir une relation entre la profondeur à laquelle vit l'animal et la couleur de celui-ci. Il pensait qu'en général les animaux marins offrent la couleur de la lumière agissant sur eux. Le pouvoir absorbant de l'eau étant différent pour les rayons de couleurs différentes, l'auteur se croyait autorisé à admettre six zones de couleurs se succédant dans l'ordre suivant : 1° La zone des animaux violets ou bleus comprenant les animaux pélagiques de la surface; 2° celle des bariolés; 3° celle des verts; 4° celle des jaunes

et des bruns ; 5° celle des rouges ; 6° celle des bleus. Mais aujourd'hui M. Sars trouve dans chacune des zones de M. Oersted des espèces blanches, des jaunes, des vertes, des brunes et des rouges. Il y a pourtant quelque chose de vrai dans les assertions de M. Oersted : c'est que, comme Forbes l'a déjà vu et comme M. Sars le confirme, les couleurs les plus brillantes et les plus bariolées se trouvent dans la zone des Laminaires, c'est-à-dire à partir du niveau de la basse mer jusqu'à 10 ou 20 brasses, ou même dans certaines localités jusqu'à 30 et 40 au-dessous. Au contraire chez les animaux vivant à de plus grandes profondeurs la coloration est en général plus uniforme et point bariolée. En outre, selon M. Sars, la majorité des animaux vivant à une grande profondeur (200 à 450 brasses) sont de couleur ou rouge ou blanche.

On a généralement admis jusqu'ici que la lumière ne pénètre qu'à une profondeur relativement faible dans le sein de la mer. Les recherches récentes de MM. Bouger et Lambert sur l'absorbtion de la lumière dans l'eau entraînent la conclusion que toute lumière doit cesser à environ 120 brasses au-dessous de la surface. La fréquence d'animaux colorés à des profondeurs bien plus considérables est peu favorable à cette manière de voir. Une autre observation semble devoir faire rejeter totalement cette conclusion : c'est l'existence constatée par M. Sars à des profondeurs de 300 et même de 450 brasses d'une série d'espèces munies d'organes visuels bien développés. Or, partout ailleurs dans la nature, les animaux destinés à vivre dans une obscurité totale, sont privés d'yeux. M. Pourtalès fait une remarque du même genre : il va même plus loin. Les animaux des grandes profondeurs auraient, selon lui, des yeux non-seulement aussi bien développés, mais souvent même un peu plus grands que leurs congénères des zones superficielles.

Les opérations de dragage de l'expédition anglaise ont été poussées jusqu'à 650 brasses : c'est la plus grande profon-

deur atteinte jusqu'ici par ce procédé de pêche. Même à cette grande profondeur les formes animales continuent à être abondantes et variées. Par une profondeur de 530 brasses (969 mètres) un seul coup de drague a fourni une considérable collection d'éponges vitreuses et de Rhizopodes gigantesques, en grande partie nouveaux, ainsi qu'un Rhizocrinus. Ce coup de filet est remarquable, non-seulement par la richesse des formes, mais encore par la trouvaille du Rhizocrinus. Cet animal remarquable a été en effet découvert par M. Sars dans ses sondages sur la côte de Norwége et ce savant y a reconnu un Echinoderme constituant un type dégradé de l'ordre des Apiocrinides. Cet ordre n'était connu jusqu'ici qu'à l'état fossile ; ses représentants les plus connus, le genre *Bourguetticrinus*, appartenant à la craie. Ce même animal vient d'être découvert par M. Pourtalès dans ses sondages sur la côte d'Amérique : il figure dans le catalogue des espèces nouvelles rapportées par l'expédition sous le nom de *Bourguetticrinus Hotessieri* d'Orbigny [1]. M. Louis Agassiz pense que cet Apiocrinide est une espèce du Gulf-Stream et que ce courant l'a transportée des côtes de Floride jusqu'à celles de Norwège. Nous devons d'ailleurs à M. Pourtalès une autre découverte inattendue, celle d'un coralliaire du genre Haplophyllia, voisin du type éteint des Cyathaxonides.

Les observations de MM. Carpenter et Thomson ont établi l'existence d'un minimum de température d'au moins 32 degrés F. (0° cent) sur une aire considérable, à une profondeur de 500 brasses (914 mètres) et moins. C'est l'aire froide à laquelle nous avons fait allusion tout à l'heure. C'est le coup de grâce donné à la célèbre théorie de sir John Her-

[1] Cette espèce a été décrite par d'Orbigny sur des fragments découverts dans une brèche de la Guadeloupe, ce qui n'est pas conforme à l'opinion exprimée ci-dessus d'après MM. Thomson et Carpenter, que les représentants fossiles les plus récents du groupe appartiendraient à la craie. Toutefois M. Sars conteste positivement l'exactitude dans la détermination générique de d'Orbigny.

schel qui attribuait aux eaux de la région profonde sur toute la surface du globe une température de 39° F. (+ 4° cent). Les observations contradictoires des lieutenants Lee, Maury, Dagman, de la marine américaine, comme celles de Scoresby, prouvent que l'eau de mer, en vertu de son contenu en sel à l'état dissous, se contracte d'une manière continue jusqu'à son point de congélation.

La comparaison des faunes de diverses localités amène les savants anglais à conclure que la distribution de la vie animale dans la mer au delà de la zone littorale est plus influencée par la température de l'eau que par la profondeur. La prédominence des types britanniques septentrionaux, non-seulement au sud, mais encore au nord de la profonde vallée qui sépare les Feröe de l'Écosse, et dans l'aire chaude de cette vallée elle-même; le mélange insignifiant de formes exclusivement scandinaves ou boréales dans la faune de points aussi septentrionaux que les Feröe; l'abondance de ces formes dans les parties peu profondes du courant froid : la proportion plus grande encore de ces formes boréales dans les parties plus profondes et plus froides de ce courant; enfin, ce qui est plus frappant encore, la présence à quelques milles de là, à une profondeur identique, mais dans l'aire chaude, de formes qui n'étaient connues jusqu'ici que comme habitant des mers tempérées, — tout indique la relation intime existant entre la distribution géographique et la température.

Les recherches de MM. Carpenter et Thomson ont confirmé l'existence sur le sol d'une grande partie de l'Atlantique d'une boue calcaire composée essentiellement de Globigérines, associées à des Coccolithes et des Coccosphères. M. Huxley a trouvé dans les spécimens rapportés une substance protoplasmique très-abondante, donnant à cette craie molle le toucher onctueux qui lui est particulier. Selon ce savant, les Coccolithes et les Coccosphères seraient dissé-

minés dans ce protoplasma comme les spicules des Éponges et des Radiolaires dans les parties molles de ces animaux. M. Huxley donne à cette sorte de Rhizopodes encore un peu hypothétique le nom générique de *Bathybius*. Il est d'ailleurs difficile de dire si cet être, qui doit avoir autant de ressemblance avec la mycélium d'un Myxogastre qu'avec un Rhizopode proprement dit, est une plante ou un animal. La découverte de ce psalmodium indéfini, couvrant de vastes aires sous-marines, est saluée avec joie par M. Carpenter. Il y trouve en effet un argument nouveau pour la nature organisée de l'*Eozoon Canadense*. MM. Carpenter et Thomson pensent que la formation des dépôts de Globigérines dans une partie ou l'autre de l'Atlantique n'a jamais été interrompue jusqu'à l'époque actuelle. A ce point de vue on pourrait dire que nous vivons encore dans l'époque crétacée. Il y a longtemps déjà que M. Ehrenberg signalait l'identité spécifique de divers Foraminifères de l'époque actuelle et de la craie. E. C.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JUILLET 1869.

Le 4, hâle très-prononcé toute la journée.

5, rosée le matin ; hâle très-intense tout le jour.

6, le soir, le soleil est d'une rougeur extraordinaire ; le hâle est d'une intensité inusitée tout le jour ; couronne solaire à plusieurs reprises dans la journée.

7, jusqu'à 6 h. 1/2 du matin, le soleil est d'un rouge foncé, ensuite il est jaunâtre tout le jour ; le hâle est fort toute la journée.

8, rosée le matin ; le hâle est très-intense tout le jour.

9, rosée le matin ; le hâle un peu moins intense que la veille : le soleil passablement rouge lors de son coucher.

10, rosée le matin et hâle toute la journée.

11, hâle tout le jour ; le Jura invisible toute la journée, et les autres montagnes environnantes très-faibles.

12, rosée ; hâle comme hier.

13, rosée ; hâle tout le jour ; depuis 9 h. 1/2 du soir des éclairs à l'O. de l'observatoire ; on entend les tonnerres de 9 h. 3/4 à 10 h. 20 m. ; la plus forte décharge électrique a lieu à 10 h. 14 m. au NE. ; toute la soirée jusque vers minuit des éclairs continuels et dans toutes les directions. Direction de l'orage de l'O. au NE. ; temps calme.

14, hâle dans la matinée.

15, rosée le matin et hâle.

16, id.

17, rosée le matin ; hâle assez fort jusque vers 11 h. et ensuite le soir.

18, rosée le matin ; hâle tout le jour, le Jura à peine visible.

19, 20, 21, rosée le matin ; hâle peu intense tout le jour.

22, rosée, et hâle tout le jour.

23, hâle toute la journée ; le Jura est à peine visible.

25, de 2 h. à 2 h. 25 m. de l'après-midi, on entend des tonnerres lointains au SE. l'orage passe du S. à l'E. de l'observatoire. Une forte averse a lieu de 1 h. 45 m. à 2 h. 10 m., qui fournit 9mm,5 d'eau, et une autre de 4 h. 30 m. à 5 h. 30 m. qui donne 8mm,9.

28, rosée le matin.

30, id. halo solaire partiel de 2 h. 1/2 à 2 h. 3/4. Le soir des éclairs à l'E.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 10 h. soir	726,87	Le 4 à 6 h. soir	724,76
7 à 8 h. matin	732,54	8 à 5 h. soir	730,53
11 à 8 h. matin	734,70	13 à 4 h. soir	726,35
15 à 8 h. matin	732,13	18 à 6 h. soir	724,76
20 à 9 h. matin	727,89	21 à 6 h. soir	725,66
23 à 8 h. matin	728,99	25 à 4 h. soir	723,08
30 à 8 h. matin	732,81		

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°		cm.
1	723,73	— 3,69	+11,90	—6,27	+ 9,5	+17,7	9,02	—1,41	878	+191	670	990	6,6	4½	S. 1	0,87	17,4	+ 1,0	160
2	725,44	— 2,01	+12,60	—5,63	+ 6,8	+19,4	8,48	—1,98	789	+103	550	970	...	...	variable	0,63	16,5	0,0	159
3	726,63	— 0,85	+13,61	—4,67	+ 9,5	+17,0	10,87	+0,38	923	+238	770	930	4,1	6	SO. 1	1,00	16,5	— 0,1	158
4	725,38	— 2,13	+17,90	—0,43	+14,0	+21,5	11,13	+0,61	744	+ 60	570	930	...	...	NNE. 3	0,41	—	—	157
5	727,13	— 0,41	+18,65	+0,27	+13,6	+24,4	12,09	+1,55	759	+ 76	570	850	...	...	N. 1	0,43	17,1	+ 0,4	156
6	729,26	+ 1,69	+20,48	+2,05	+16,0	+26,3	12,91	+2,35	737	+ 54	520	890	...	...	N. 1	0,79	17,2	+ 0,4	156
7	731,86	+ 4,26	+20,40	+1,92	+14,5	+25,7	12,61	+2,03	715	+ 33	480	900	...	...	N. 1	0,59	17,3	+ 0,4	155
8	731,44	+ 3,81	+20,97	+2,45	+15,0	+26,6	13,98	+3,38	755	+ 73	560	920	...	...	NNE. 1	0,37	18,2	+ 1,2	158
9	732,64	+ 4,98	+22,42	+3,86	+17,2	+27,8	13,91	+3,29	702	+ 21	490	890	...	...	NNE. 1	0,22	19,4	+ 2,3	159
10	733,83	+ 6,14	+23,04	+4,44	+16,5	+29,0	14,19	+3,56	688	+ 7	470	900	...	...	N. 1	0,17	20,8	+ 3,7	160
11	733,74	+ 6,03	+22,80	+4,16	+18,0	+28,2	15,27	+4,63	747	+ 66	570	870	...	...	N. 1	0,41	—	—	162
12	730,21	+ 2,48	+22,56	+3,89	+17,5	+27,6	15,90	+5,25	778	+ 98	630	910	...	...	N. 1	0,13	21,9	+ 4,6	163
13	727,69	— 0,06	+25,20	+6,50	+18,6	+33,7	12,87	+2,21	574	—106	290	860	1,6	2	variable	0,39	22,6	+ 5,2	165
14	729,14	+ 1,37	+21,86	+3,14	+18,4	+26,3	11,18	+0,51	592	— 88	390	750	...	...	NNE. 1	0,42	21,5	+ 4,0	167
15	731,37	+ 3,58	+18,96	+0,22	+11,8	+26,3	10,14	—0,54	636	— 43	360	790	...	...	NNE. 2	0,13	21,7	+ 4,2	170
16	731,06	+ 3,25	+20,65	+1,89	+14,0	+26,0	11,38	+0,69	641	— 38	440	810	...	...	N. 1	0,02	20,9	+ 3,3	172
17	727,57	— 0,26	+21,84	+3,06	+15,3	+28,0	11,82	+1,12	624	— 55	370	830	...	...	NNE. 2	0,07	20,4	+ 2,7	175
18	725,49	— 2,36	+21,32	+2,53	+17,4	+26,4	11,48	+0,77	629	— 50	380	750	...	...	NNE. 1	0,03	—	—	177
19	726,80	— 1,07	+21,22	+2,43	+13,2	+27,7	11,11	+0,39	609	— 69	390	780	...	...	N. 1	0,00	21,0	+ 3,2	178
20	727,38	— 0,51	+21,95	+3,15	+14,0	+28,4	11,04	+0,31	577	—101	400	810	...	...	NNE. 1	0,01	20,9	+ 3,0	179
21	726,72	— 1,19	+23,79	+4,99	+12,2	+33,8	9,97	—0,77	485	—193	230	740	...	...	variable	0,13	21,0	+ 3,1	180
22	727,05	— 0,88	+23,02	+4,21	+14,0	+30,1	10,02	—0,72	504	—175	230	730	...	...	N. 1	0,13	22,0	+ 4,0	183
23	728,08	+ 0,13	+23,31	+4,50	+15,0	+30,0	11,46	+0,72	559	—120	310	730	...	...	N. 1	0,06	21,7	+ 3,7	184
24	725,20	— 2,77	+21,62	+2,82	+14,5	+29,4	11,91	+1,17	632	— 47	430	810	1,4	¼	N. 1	0,61	22,0	+ 3,9	185
25	723,67	— 4,32	+19,09	+0,30	+16,3	+24,7	13,89	+3,14	858	+178	630	960	19,0	2¼	variable	0,87	—	—	189
26	725,71	— 2,30	+19,81	+1,03	+16,5	+24,0	13,39	+2,64	793	+113	560	950	...	...	NNE. 1	0,86	20,0	+ 1,8	192
27	727,05	— 0,98	+20,98	+2,21	+14,0	+28,0	11,47	+0,72	643	— 37	350	900	0,2	½	variable	0,30	20,8	+ 2,6	193
28	727,70	— 0,34	+21,31	+2,56	+12,3	+26,2	11,87	+1,12	635	— 46	400	860	...	...	NNE. 1	0,32	21,6	+ 3,3	194
29	729,55	+ 1,50	+23,63	+4,90	+19,0	+29,5	13,28	+2,53	632	— 49	390	790	1,9	1¾	SSO. 1	0,18	21,5	+ 3,2	195
30	732,00	+ 3,94	+23,81	+5,11	+16,7	+30,7	14,24	+3,49	662	— 20	440	880	...	...	NNE. 1	0,46	20,1	+ 1,7	197
31	730,80	+ 2,73	+23,46	+4,79	+17,0	+31,8	13,45	+2,70	644	— 38	370	850	0,2	½	SSO. 1	0,70	21,8	+ 3,3	199

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1869.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	728,80	729,01	728,99	728,67	728,41	728,29	728,46	728,93	729,56
2e «	729,67	729,82	729,60	729,16	728,55	728,09	727,92	728,08	728,82
3e «	728,00	728,30	728,10	727,57	727,07	726,75	726,86	727,45	727,88
Mois	728,80	729,02	728,87	728,44	727,98	727,68	727,72	728,20	728,72
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+14,42	+17,64	+19,30	+21,36	+22,47	+21,74	+21,25	+19,41	+17,74
2e «	+17,38	+20,99	+22,93	+24,78	+26,52	+26,98	+25,63	+23,16	+20,84
3e «	+17,30	+22,02	+24,45	+25,69	+27,19	+27,10	+25,45	+22,91	+20,81
Mois	+16,40	+20,27	+22,30	+24,00	+25,45	+25,33	+24,15	+21,86	+19,83
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1er décade	11,31	12,09	11,55	11,68	11,86	11,85	11,95	12,59	12,82
2e «	12,12	12,79	12,49	12,62	11,68	11,64	11,84	12,71	12,54
3e «	11,91	12,94	12,85	12,80	11,86	11,07	11,71	12,60	13,12
Mois	11,78	12,62	12,31	12,38	11,80	11,50	11,83	12,63	12,84
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	909	803	692	617	589	612	639	748	838
2e «	816	683	595	540	454	439	485	602	678
3e «	805	676	575	535	459	430	495	609	707
Mois	842	719	619	563	499	492	538	652	740

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1re décade	+13,26	+23,54	0,55	17,82	10,7	157,8
2e «	+15,82	+27,86	0,16	21,36	1,6	170,8
3e «	+14,32	+28,93	0,45	21,25	22,7	190,1
Mois	+14,46	+26,84	0,39	20,14	35,0	173,5

Dans ce mois, l'air a été calme 10,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,83 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 6°,6 E., et son intensité est egale à 40,2 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUILLET 1869.

Le 1, brouillard une grande partie de la journée.
2, id. à 6 h. du matin.
3, id. tout le jour.
4, id. jusqu'à 2 h. de l'après-midi et à 8 h. du soir.
5, id. depuis 4 h. du soir.
6, id. le matin et le soir.
8, id. depuis 8 h. du soir.
9, id. à 6 h. du matin.
14, id. toute la journée.
17, id. depuis 8 h. du soir.
24, tonnerres et pluie depuis 5 h. du soir à 8 h. 1/4.
25, brouillard à peu près tout le jour.
26, id. jusqu'à 8 h. du soir.
28. à 8 h. du soir, fréquents coups de tonnerres et éclairs du côté du nord.
29, brouillard la plus grande partie de la journée.
31, à 1 h. 1/2 orage pendant 5 minutes et à 5 h. 1/2 du soir, orage, pluie et grêle, tonnerres et éclairs du côté du nord.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 10 à 10 h. soir	576,62	Le 14 à 2 h. après midi	569,66
16 à 10 h. matin	572,45	18 à midi	568,00
21 à 10 h. soir	571,70	25 à 6 h. soir	565,80
30 à 10 h. soir	576,08		

SAINT-BERNARD. — JUILLET 1869.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim			
1	563,05	— 4,82	562,08	563,94	— 0,29	— 5,69	— 0,3	+ 1,2	225	28,2	14	SO. 1	0,89
2	564,22	— 3,71	563,47	564,87	+ 1,18	— 4,28	— 1,4	+ 4,6	95	11.7	8	SO. 1	0,70
3	565,00	— 2,98	564,49	565,52	+ 1,70	— 3,82	0,0	+ 4,2	.....	2,8	3	NE. 1	0,96
4	566,48	— 1,55	565,44	567,49	+ 4,68	— 0,90	+ 2,8	+ 7,9	.....	.....	....	NE. 1	0,78
5	568,43	+ 0,35	567,38	569.61	+ 7,75	+ 2,11	+ 5,8	+10,9	.....	.....	....	NE. 1	0.76
6	570,91	+ 2,78	569,80	572.14	+ 8,17	+ 2,47	+ 5,9	+11,0	.....	.....	....	NE. 1	0,82
7	573.08	+ 4,90	572,34	573,59	+10,91	+ 5,16	+ 7,7	+15,7	.....	.....	....	NE. 1	0,44
8	574,19	+ 5,96	573,64	574,99	+12,06	+ 6,26	+10,0	+16,4	.....	.....	....	SO. 1	0,49
9	575,19	+ 6,92	574,74	575,47	+11,19	+ 5,34	+ 9,4	+14,6	.....	.....	....	NE. 1	0,51
10	575,95	+ 7,64	575,40	576,62	+12,26	+ 6,36	+10,7	+15,0	.....	.....	....	NE. 1	0,44
11	576,01	+ 7,66	575,53	576,48	+13,29	+ 7,34	+10,0	+16,5	.....	.....	....	NE. 1	0,06
12	573,79	+ 5,40	573,56	574,28	+13,61	+ 7,62	+10,2	+17,2	.....	.....	....	NE. 1	0,07
13	572,24	+ 3,81	571,84	572,84	+13,79	+ 7,76	+11,3	+17,2	.....	.....	....	NE. 1	0,39
14	570,37	+ 1,90	569,66	570,82	+ 6,98	+ 0,91	+ 6,2	+ 9,3	.....	.....	....	NE. 1	0,94
15	570,99	+ 2,48	570,50	571,43	+ 6,66	+ 0,55	+ 4,2	+ 9,8	.....	.....	....	NE. 2	0,37
16	572,25	+ 3,70	572,00	572,45	+ 9,74	+ 3,60	+ 6,7	+13,2	.....	.....	....	NE. 2	0,00
17	569,68	+ 1,10	568,98	570,35	+ 9,96	+ 3,79	+ 7,2	+14,7	.....	.....	....	NE. 1	0,31
18	568,20	— 0,41	568,00	568,91	+ 9,89	+ 3,69	+ 8,6	+13,4	.....	.....	....	NE. 1	0,00
19	569,80	+ 1,16	568,75	570,94	+11,52	+ 5,29	+ 8,9	+14,3	.....	.....	....	NE. 1	0,00
20	570,80	+ 2,13	570,40	571,45	+11,50	+ 5,24	+ 9,5	+14,6	.....	.....	....	NE. 1	0,00
21	570,86	+ 2,16	570,42	571,70	+11,37	+ 5,08	+ 9,2	+14,7	.....	.....	....	NE. 1	0,02
22	570,62	+ 1,89	570,30	571,40	+11,96	+ 5,65	+ 8,9	+15,3	.....	.....	....	NE. 1	0,03
23	571,47	+ 2,72	571,35	571,69	+12,42	+ 6,09	+ 9,8	+16,0	.....	.....	....	NE. 1	0,07
24	569,26	+ 0,49	568,35	570,29	+10,49	+ 4,14	+ 6,4	+15,8	.....	20,0	4	SO. 1	0,83
25	566,27	— 2,52	565,80	567,22	+ 8,62	+ 2,25	+ 6,2	+11,7	.....	.....	....	SO. 1	0,83
26	567,18	— 1,63	565,95	568,16	+ 6,11	— 0,27	+ 5,8	+ 7,8	.....	6,0	5	NE. 1	0,88
27	569,05	+ 0,22	564,00	570,48	+ 8,86	+ 2,47	+ 5,7	+12,5	.....	.....	....	variable	0,44
28	571,18	+ 2,34	570,33	571,93	+10,87	+ 4,47	+ 7,8	+15,2	.....	3,5	1	SO. 1	0,38
29	572,82	+ 3,97	571,54	573,98	+10,53	+ 4,12	+ 8,2	+13,7	.....	.....	....	SO. 1	0,69
30	575,51	+ 6,65	574,50	576,08	+13,38	+ 6,97	+ 9,8	+17,3	.....	.....	....	SO. 1	0,43
31	573,76	+ 4,89	572,31	575,18	+11,48	+ 5,07	+ 8,2	+15,2	.....	23,3	4	SO. 1	0,77

* Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées depuis 6 heures du matin à 10 heures du soir, le thermométrographe étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1869.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	568,88	569,25	569,59	569,70	569,75	569,80	569,87	570,16	570,42
2e »	571,37	571,41	571,55	571,55	571,41	571,43	571,46	571,50	571,60
3e »	570,41	570,78	570,90	570,79	570,67	570,64	570,83	571,00	571,08
Mois	570,22	570,49	570,69	570,68	570,61	570,62	570,72	570,89	571,04
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+ 5,06	+ 7,41	+ 8,45	+ 9,03	+ 9,58	+ 9,19	+ 7,56	+ 6,79	+ 6,66
2e »	+ 8,62	+11,44	+12,71	+13,49	+13,77	+12,90	+11,07	+10,04	+ 9,29
3e »	+ 8,65	+11,10	+12,79	+13,45	+13,35	+12,71	+10,84	+10,00	+ 9,19
Mois	+ 7,48	+10,02	+11,36	+12,04	+12,27	+11,64	+ 9,85	+ 8,98	+ 8,41

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade	+ 5,06	+10,15	0,68	42,7	320
2e »	+ 8,28	+14,02	0,21	0,0	0
3e »	+ 7,82	+14,11	0,49	52,8	0
Mois	+ 7,08	+12,80	0,46	95,5	320

Dans ce mois, l'air a été calme 16 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 3,26 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 46,3 sur 100.

* Voir la note du tableau.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XXXV (NOUVELLE PÉRIODE)

1869. — N°s 137 à 140.

Pages

Sur une théorie cométaire, par M. *J. Tyndall* . . . 5

Note sur l'Aurore boréale du 15 avril 1869. . . . 13

Observations et expériences sur les mouvements des étamines de l'épine-vinette, par M. le professeur *J.-B. Schnetzler*. 21

Recherches expérimentales et théoriques sur les figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur, par M. *J. Plateau* 29

Notices sommaires sur divers travaux, rapports et établissements astronomiques, par M. le professeur *Gautier* 73

Sur la construction des galvanomètres employés à mesurer les décharges électriques et sur le passage des courants secondaires à travers l'étincelle, par M. *E. Edlund* 130

De l'influence de la température sur les écarts de la loi de Mariotte, par M. le prof. *E.-H. Amagat*. . 169

Le terrain triasique supérieur dans les Alpes orientales, par M. le Dr *E. de Mojsisovics*. 178

Note sur un spectre solaire étalé sur le lac de Genève, par M. le prof. *Élie Wartmann*. 189

Pages
De la constitution du soleil, par M. *Émile Gautier*. 257
Note sur les aurores boréales du 15 au 16 avril et du 13 au 14 mai 1869, par M. *H. Wild* 281

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

William Huggins. Sur quelques observations spectrales de comètes 290

PHYSIQUE.

F. Rüdorff. De l'abaissement de température qu'il est possible de produire dans la dissolution des sels. . . . 37
T.-H. Schuller. Recherches sur les chaleurs spécifiques des dissolutions salines 39
J.-C. Poggendorff. Des propriétés galvaniques du palladium 42
E. Warburg. De l'élévation de température produite dans les corps solides en vibration. 44
G. Quincke. Sur les constantes de capillarité des corps fondus. 49
J.-L. Soret. Sur la polarisation de la lumière bleue de l'eau 54
G. Planté. Pile secondaire à lames de plomb. 146
L. Dufour. Sur un procédé propre à mettre en évidence la constitution des flammes. 149
A. Wullner. Sur les spectres de quelques gaz contenus dans des tubes de Geissler 191
F. Gutrie. Sur la résistance des liquides au passage de la chaleur. 201
P. Riess Sur les soupapes électriques 204
A. Kundt. Sur une nouvelle espèce de figures produites à l'aide de poussières fines sur des conducteurs électriques. 212
Prof. *Ackermann*. Observations météorologiques dans l'île d'Haïti 294

Pages

W. de Bezold. Faits nouveaux concernant les orages.. 300
G. Scelhorst. Sur les liquides fluorescents contenus dans les tubes de Geissler 302

CHIMIE.

H. Topsoe. Recherches cristallographiques et chimiques sur les sels doubles haloïdes du platine..... 58
Gore. Sur l'acide fluorhydrique..... 151
P. Schützenberger. Sur un nouvel acide du soufre.... 304
D. Forbes. Recherches chimiques sur le jargon oriental. 306
Vogelsang. Recherches sur la nature chimique des liquides renfermés dans les cristaux de quartz 307

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

W. Marcet. Sur le fausset ou les sons de tête de la voix humaine..... 60
Victor Fatio. Faune des Vertébrés de la Suisse..... 152
Félix Plateau. Recherches sur les crustacés d'eau-douce de Belgique..... 154
Prof. *Heller.* Sur les crustacés marins habitant les eaux douces de l'Europe méridionale..... 158
Sydney Ringer et Stewart. Sur la température du corps humain à l'état de santé..... 214
Dr *C. Hasse.* De la cochlée des oiseaux. — *Le même.* La cochlée des oiseaux. — *Le même.* Contributions au développement des tissus du labyrinthe membraneux chez les oiseaux. — *Le même.* Supplément à l'anatomie de la cochlée chez les oiseaux. — *Le même.* L'appareil des canaux semi-circulaires chez les oiseaux. — *Le même.* Supplément au mémoire sur les canaux semi-circulaires chez les oiseaux. — *Le même.* L'histologie des canaux semi-circulaires et du sac à otolithes chez les grenouilles. — *Le même.* L'organe de l'ouïe chez les grenouilles 216
Prof. *Th. Huxley.* Sur les animaux intermédiaires entre les oiseaux et les reptiles..... 233
Chr. Lovén. Contributions à la structure des papilles

Pages

du goût. — *Schwalbe.* Sur les organes du goût chez l'homme et les mammifères..... 240
Fr. Leydig. Sur les Cœcilies..... 243
R. Buchholz. Note sur les crustacés vivant en parasites dans les Ascidies de la Méditerranée..... 246
H. Grenacher. De l'anatomie du genre Gordius..... 308
Dr *Claus.* Contributions de la connaissance des Ostracodes : développement des Cypris..... 312
Th.-Wilh. Engelmann. Sur les terminaisons des nerfs du goût dans la langue des grenouilles. — *Lionel Beale.* Nouvelles observations sur la structure des papilles de la langue chez les grenouilles..... 314
C. Lovén. Sur une espèce remarquable d'éponges vivant dans la mer du Nord. — Dr *Glaus.* Sur l'Euplectella Aspergillum..... 316
M. Sars. Suite des remarques relatives à l'extension de la vie animale dans les profondeurs de la mer. — *Will. Carpenter.* Rapport préliminaire sur les opérations de dragage opérés au nord des Iles britanniques par le vapeur de S. M. le Lightning. — *Pourtalès.* Sur la faune du gulf-stream à de grandes profondeurs..... 321

BOTANIQUE.

Anderson-Henry. Hybridation entre espèces végétales. 63

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard

Observations faites pendant le mois d'avril 1869..... 65
Idem. pendant le mois de mai..... 161
Idem. pendant le mois de juin..... 249
Idem. pendant le mois de juillet..... 333

New York Botanical Garden Library
3 5185 00274 3217